



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

REGINALDO ELISBÃO DO NASCIMENTO

**O CONSUMO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO AQUÍFERO
SERRA GERAL NA PORÇÃO NORTE DA 19ª REGIONAL DE
SAÚDE DE JACAREZINHO (PR) E SUAS RELAÇÕES COM
A HIDROGEOQUÍMICA E SAÚDE COLETIVA**

Londrina
2015

REGINALDO ELISBÃO DO NASCIMENTO

**O CONSUMO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO AQUÍFERO
SERRA GERAL NA PORÇÃO NORTE DA 19ª REGIONAL DE
SAÚDE DE JACAREZINHO (PR) E SUAS RELAÇÕES COM
A HIDROGEOQUÍMICA E SAÚDE COLETIVA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Geografia Dinâmica Espaço Ambiental da Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. José Paulo P. Pinese

Londrina
2015

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

N244c Nascimento, Reginaldo Elisbão do.

O consumo de água subterrânea do Aquífero Serra Geral na porção norte da 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho (PR) e suas relações com a hidrogeoquímica e saúde coletiva / Reginaldo Elisbão do Nascimento. – Londrina, 2015.
153 f. : il.

Orientador: José Paulo Peccinini Pinese.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2015.
Inclui bibliografia.

1. Geografia médica – Teses. 2. Hidrogeoquímica – Teses. 3. Saúde coletiva – Teses. 4. Aquíferos – Paraná – Teses. 5. Águas subterrâneas – Qualidade – Teses. I. Pinese, José Paulo Peccinini. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU 911.3:614

REGINALDO ELISBÃO DO NASCIMENTO

**O CONSUMO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO AQUÍFERO SERRA
GERAL NA PORÇÃO NORTE DA 19ª REGIONAL DE SAÚDE DE
JACAREZINHO (PR) E SUAS RELAÇÕES COM HIDROGEOQUÍMICA
E SAÚDE COLETIVA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Geografia Dinâmica Espaço Ambiental da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de mestre.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. José Paulo P. Pinese
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Archimedes Perez Filho
Universidade Estadual de Campinas –
UNICAMP

Prof. Dr. André Celligoi
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 19 de Janeiro de 2015.

Dedico esse trabalho a minha
esposa Cláudia Valeze, meus
filhos Gabriel e MariaTereza,
ao meu pai Elízio e minha mãe
Leonilda Barbieri.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Paulo Peccinini Pinese, pela recepção desde o primeiro momento que enviei o projeto de pesquisa, ao empenho e dedicação ao ensino, um verdadeiro exemplo a ser seguido por todos nós.

A Universidade Estadual de Londrina, pela contribuição da formação acadêmica.

Aos Prof. Dr. André Celligoi e Archimedes Perez Filho (UNICAMP SP) pela aceitação na participação da comissão examinadora da presente pesquisa e suas contribuições.

Ao Prof. Dr. Geraldo Terceiro Correa e Prof. Dr. André Celligoi pelas sugestões no exame de qualificação.

As Prof^{as}. Dr. Alice Y. Asari, Deise F. Ely, Rosana F. Salvi, Márcia S. de Carvalho, Miriam V. F. Barros, Ideni T. Antonello, Maria Del Carmen Calvente, Ruth Y. Tsukamoto.

Aos Prof. Dr. Cláudio R. Bragueto, Fábio Alves Cunha, Omar Neto Fernandes Barros, Humberto Yamaki, Pedro R. Vendrame e Gilnei Machado.

Ao pessoal da Secretária de Pós Graduação do CCE, Regina, Anderson, Edna, Fernando e outros.

Ao técnico de laboratório Dionísio e o pessoal do laboratório de Química e armazenamento das amostras.

A 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho, Adão por explicações sobre a Regional.

A UNESP de Rio Claro, Laboratório de Geoquímica, o Dr. Adilson Roberto Fontanetti, que nos recebeu muito bem em sua Universidade e realizou as análises de suma importância para a conclusão de nossa pesquisa, e as pessoas que também participaram desta etapa.

Aos Colegas da UEL, Alan A. Alievi, Douglas A. B. G. Duarte, Tatiane, Fábio, Naibi, Aline, Angela, Tiago Saab, Josilaine, Mariana, Kenia, Letícia, Diego, Claudia Justus, Juliene, Vinícios, Gustavo, Rosalba, Glauco e Thamy.

Aos Colegas Maurício Ferraz da Rocha, Rildo, Reginaldo, Richard e Rodrigo, Moacir, Leandro “Químico”, Reginaldo, Cintia, Jaqueline, Renato Ericson, Marcelo, Mário e Flávio.

NASCIMENTO, Reginaldo Elisbão do. **O consumo de água subterrânea do Aquífero Serra Geral na Porção Norte da 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho (PR) e suas relações com a hidrogeoquímica e saúde coletiva.** 2015. 153 f. Dissertação de Mestrado (Geografia Dinâmica Espaço Ambiental) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

RESUMO

Objetiva-se com esta pesquisa correlacionar a saúde da população da Regional de Saúde de Jacarezinho (PR), com os elementos químicos presentes nas águas subterrâneas coletadas nos poços profundos utilizados para a distribuição Pública, buscando destacar os aspectos hidrogeoquímicos do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG). Visando a interligação entre esses dados fez-se a análise espacial da Regional de Saúde de Jacarezinho. Em se tratando de materiais e métodos utilizados, recorreu-se à análise do recorte espacial e seus principais parâmetros, bem como a montagem de mapas por meio do programa ArcGis para demonstrar a área e indicar algumas situações das principais ocorrências, a coleta de informações junto ao DATASUS e a coleta de amostras de águas subterrâneas dos poços para analisar e mensurar os parâmetros físico-químicos e hidrogeoquímicos das amostras de água através do uso da Espectrometria de Emissão Atômica com Fonte de Plasma de Argônio Indutivo (ICP – AES). Analisaram-se os teores de Cálcio (Ca); Silício (Si); Magnésio (Mg); Zinco (Zn); Estrôncio (Sr); Bário (Ba); Ferro (Fe); Cobre (Cu); Manganês (Mn), enquanto as determinações de Sódio (Na) e Potássio (K) foram realizadas por Espectrofotometria de Absorção Atômica (FAAS). Neste levantamento foram tomadas as quantidades dos óbitos para cada grupo de doenças no período compreendido entre 2000 a 2010 para os municípios da Porção Norte da 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho (RSJ); Jacarezinho, Ribeirão Claro, Santo Antônio da Platina, Cambará e Barra do Jacaré. As análises indicaram que a maior parte dos óbitos na RSJ dizem respeito às Doenças do Aparelho Circulatório (DAC), perfazendo cerca de 42,15% dos casos assinalados, seguido das neoplasias com 11,46%. Anomalias hidrogeoquímicas como a do Ferro, entre outras, são assinaladas na porção Norte da 19ª RSJ, a partir das quais foram elaborados mapas acerca das áreas de risco relacionadas a óbitos, que poderão servir de instrumento preventivo nas políticas públicas ligadas à saúde coletiva.

Palavras-chave: Água subterrânea. Aquífero serra geral. Hidrogeoquímica. Saúde coletiva. Geografia da saúde.

NASCIMENTO, Reginaldo Elisbão do. **The consumption of groundwater in northern part at the 19th Regional Health Jacarezinho (PR) and implications for public health:** a discussion of health geography supported in hydrogeochemical. 2015. 153 p. Master Thesis (Dynamic Space Environmental Geograph) – State University of Londrina, Londrina 2015.

ABSTRACT

The objective of this research was to correlate the health of Regional Health Jacarezinho (PR), with the chemical elements present in groundwater collected from deep wells used for public distribution, seeking to highlight the hydrogeochemical aspects of the Serra Geral Aquifer System (SGAS). Aimed at linking these data became a spatial analysis of the Regional Health Jacarezinho. When it comes to materials and methods used, hold - up analysis of the spatial area and its main parameters, assembling maps using ArcGIS program to demonstrate the area and point out some situations the main events, collecting information from the DATASUS and collecting groundwater samples from wells to analyze and measure the physical, chemical and hydrogeochemical parameters of water samples through the use of Atomic Emission Spectrometry with Plasma Source Argon Inductive (ICP – AES). which demonstrate the levels of Calcium (Ca); Silicon (Si); Magnesium (Mg); Zinc (Zn); Strontium (Sr) ; Barium (Ba) ; Iron (Fe) ; Copper (Cu) ; Manganese (Mn), the Sodium determinations (Na) and Potassium (K) were performed by Atomic Absorption Spectrophotometry (FAAS). In this survey the quantities of the deaths were taken for each group of diseases in the period between the years 2000-2010 for the counties in the Northern portion of the (RSJ) portion were taken; Jacarezinho, Ribeirão Claro, Santo Antonio da Platina, Cambará and the Barra do Jacaré. The analyzes indicated that most of the deaths in the RSJ concerned by circulatory system diseases (CSD), making up about 42.15% of the reported cases, followed by neoplasms with 11.46 %. Hidrogeochemical anomalies like as Iron, among other are indicated in northern portion of 19^a RSJ From which were prepared maps about the risk areas related deaths, that could serve as a preventive tool in public politics related to collective health.

Keywords: Groundwater. Serra geral aquifer. Hidrogeochemistry. Public health and health geography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Os Municípios da Porção Norte da 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho no estado do Paraná e os Aquíferos	19
Figura 2 – Caracterização esquemática do perfil da água no subsolo	32
Figura 3 – Tipos de Basaltos	34
Figura 4 – Seção geológica esquemática regional	39
Figura 5 – Mapa Geológico da Porção Norte da 19ª RSJ	41
Figura 6 – Classificação de Solos da Área de Estudo	46
Figura 7 – Mapa de Uso e Ocupação de Solo	49
Figura 8 – Distribuição do IDH no ano 2000 nos municípios da Porção Norte 19ª RSJ	55
Figura 9 – Distribuição do IDH no ano de 2010 nos municípios da Porção Norte 19ª RSJ.....	56
Figura 10 – Distribuição da população na porção Norte da 19ª RSJ.....	60
Figura 11 – Municípios e suas Sedes na porção Norte da 19ª RSJ	61
Figura 12 – Distribuição das Doenças do Aparelho Circulatório pelo índice Proporcional Porção Norte da 19ª RSJ	67
Figura 13 – Distribuição das Doenças do Sistema Nervoso pelo índice proporcional da Porção Norte da 19ª RSJ.....	69
Figura 14 – Distribuição das Doenças Aparelho Respiratório pelo índice proporcional da Porção Norte da 19ª RSJ.....	71
Figura 15 – Distribuição das Neoplasias pelo índice proporcional da Porção Norte da 19ª RSJ.....	74
Figura 16 – Distribuição das Doenças Endócrinas Nutricionais e Metabólicas pelo índice proporcional da Porção Norte da 19ª RSJ.....	76
Figura 17 – Distribuição dos Transtornos Mentais e Comportamentais pelo índice proporcional da Porção Norte da 19ª RSJ	77
Figura 18 – Distribuição das Doenças Aparelho Geniturinário pelo índice proporcional da Porção norte da 19ª RSJ	78
Figura 19 – Distribuição das Doenças Aparelho Digestivo pelo índice proporcional da Porção Norte da 19ª RSJ.....	80
Figura 20 – Distribuição dos Poços Tubulares Porção Norte da 19ª RSJ	91

Figura 21 – Distribuição espacial dos valores de condutividade elétrica na área de estudo.....	98
Figura 22 – Distribuição espacial dos valores de turbidez na área de estudo.....	100
Figura 23 – Distribuição espacial dos valores de temperatura da água área de estudo.....	102
Figura 24 – Distribuição espacial dos valores de pH na área de estudo.....	104
Figura 25 – Distribuição espacial dos teores de Bário (Ba) na área de estudo.....	107
Figura 26 – Distribuição espacial dos teores de Cálcio (Ca) na área de estudo.....	109
Figura 27 – Distribuição espacial dos teores de Cobre (Cu) na área de estudo.....	111
Figura 28 – Distribuição espacial dos teores de Estrôncio (Sr) na área de estudo.....	113
Figura 29 – Distribuição espacial dos teores de Ferro (Fe) na área de estudo.....	115
Figura 30 – Distribuição espacial dos teores de Magnésio (Mg) na área de estudo.....	117
Figura 31 – Distribuição espacial dos teores de Manganês (Mn) na área de estudo.....	119
Figura 32 – Distribuição espacial dos teores de Potássio K) na área de estudo.....	121
Figura 33 – Distribuição espacial dos teores de Silício (Si) na área de estudo.....	124
Figura 34 – Distribuição espacial dos teores de Sódio (Na) na área de estudo.....	126
Figura 35 – Distribuição espacial dos teores de Zinco (Zn) na área de estudo.....	128
Figura 36 – Distribuição espacial das áreas de risco para os elementos Magnésio (Mg) e Bário (Ba).....	131
Figura 37 – Distribuição espacial das áreas de risco para os elementos Cálcio (Ca) e Cobre (Cu).....	132
Figura 38 – Distribuição espacial das áreas de risco para os elementos Ferro (Fe) e Estrôncio (Sr).....	133
Figura 39 – Distribuição espacial das áreas de risco para os elementos Manganês (Mn) e Potássio (K).....	134
Figura 40 – Distribuição espacial das áreas de risco para os elementos Silício (Si) e Sódio (Na).....	135
Figura 41 – Distribuição espacial das áreas de risco para o elemento Zinco (Zn)	136
Figura 42 – Mapa síntese da distribuição espacial das áreas de possibilidade de risco.....	137

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Quantidade de Poços Tubulares na Porção Norte da 19ª RSJ.....	50
Tabela 2 –	Participação bruta da indústria no PIB da 19ª RSJ em 2010	52
Tabela 3 –	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal na 19ª RSJ	53
Tabela 4 –	Quantidade de habitantes nos municípios da 19ª RSJ (2010).....	58
Tabela 5 –	Óbitos Segundo Causa Básica Jacarezinho 2000-2010.....	63
Tabela 6 –	Óbitos Segundo Causa Básica Ribeirão Claro 2000-2010	63
Tabela 7 –	Óbitos Segundo Causa Básica Santo Antônio da Platina 2000- 2010.....	64
Tabela 8 –	Óbitos Segundo Causa Básica Cambará 2000-2010	64
Tabela 9 –	Óbitos Segundo Causa Básica Barra do Jacaré 2000-2010.....	65
Tabela 10 –	Estabelecimentos de Saúde na Porção Norte da 19ª RSJ	66
Tabela 11 –	Limites de detecção do ICP-AES e FAAS	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação hidrogeológica das rochas.....	95
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Poços Cadastrados na Porção Norte	51
Gráfico 2 – Grupo de causas na 19ª RSJ, óbitos totais 2000 – 2010	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RSJ	Regional de Saúde de Jacarezinho-PR
AFEC	Afecções
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
CE	Condutividade Elétrica
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CETEM	Centro de Tecnologia Mineral
CID	Classificação Internacional de Doenças
CONG	Congênitas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais ou Serviço Geológico do Brasil
DAC	Doenças do Aparelho Circulatório
DAD	Doenças do Aparelho Digestivo
DAG	Doenças do Aparelho Geniturinário
DAR	Doenças do Aparelho Respiratório
DENM	Doenças Endócrinas Nutricionais e Metabólica
DSN	Doenças do Sistema Nervoso
DATASUS	Departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil
Deformid	Deformidade
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
HEMAT	Hematopoéticos
TMC	Transtornos Mentais e Comportamentais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária
ETA	Estação de Tratamento de Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
MALF	Malformações
MINEROPAR	Serviço Geológico do Paraná

MS	Ministério da Saúde
MMA	Ministério do Meio Ambiente
N-NO ₃	Nitrato
NW/SE	Noroeste/Sudeste
OMS	Organização Mundial da Saúde
PIB	Produto Interno Bruto
RSJ	Regional de Saúde de Jacarezinho
SASG	Sistema Aquífero Serra Geral
SESA/PR	Secretária de Saúde do Estado do Paraná
SUS	Sistema Único de Saúde
TMC	Transtornos Mentais e Comportamentais
TRANST	Transtornos
DIP	Algumas doenças infecciosas e parasitárias
DPTS	Doenças da pele e do tecido subcutâneo
DSOH-TI	Doenças do sangue órgãos hemat. E transtornos imunitários
DSOTC	Doenças sistema Osteomuscular e tecido conjuntivo
MCD-AC	Má formação Congênita Deformidade e anomalias cromossômicas
APN	Algumas afecções originadas no período perinatal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	21
2.1	OBJETIVO GERAL	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3	REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1	GEOGRAFIA DA SAÚDE: PRESSUPOSTOS INICIAIS	22
3.2	GEOGRAFIA DA SAÚDE E ESPAÇO GEOGRÁFICO	23
3.3	GEOGRAFIA E SAÚDE AMBIENTAL	24
3.4	GEOLOGIA E GEOGRAFIA MÉDICA	26
3.5	ELEMENTOS QUÍMICOS ENCONTRADOS NA ÁGUA E A SAÚDE HUMANA	27
3.6	A SAÚDE E OS ELEMENTOS QUÍMICOS	27
3.7	ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	31
4	ASPECTOS DO MEIO FÍSICO	38
4.1	GEOMORFOLOGIA	38
4.2	ASPECTOS GEOLÓGICOS - GRUPO SÃO BENTO - FORMAÇÃO SERRA GERAL	39
4.2.1	Grupo São Bento – Formação Serra Geral	39
4.2.2	Formação Botucatu	42
4.2.3	Grupo Passa Dois - Formação Rio do Rasto	42
4.3	CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA	43
4.4	SOLOS	44
4.5	OCUPAÇÃO E USO DO SOLO	48
5	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	50
5.1	19ª REGIONAL DE SAÚDE DE JACAREZINHO-PR	57
5.2	DADOS DE SAÚDE DOS MUNICÍPIOS	62
5.3	ANÁLISE DE DADOS DE SAÚDE PARA OS MUNICÍPIOS	66
6	MATERIAIS E MÉTODOS	86
6.1	METODOLOGIA	86

6.2	COLETAS.....	86
6.3	AS ANÁLISES <i>IN SITU</i>	87
6.4	AS ANÁLISES DE ELEMENTOS QUÍMICOS	88
6.5	ESPACIALIZAÇÃO DA 19ª RSJ.....	88
6.6	DADOS DE SAÚDE DO DATASUS	90
6.7	MATERIAIS DE CAMPO	91
6.8	MATERIAIS DE LABORATÓRIO	92
7	ANÁLISE ESPACIAL E MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE POSSIBILIDADE DE RISCO	93
7.1	ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PARÂMETROS FÍSICOS DA ÁGUA	94
7.2	ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS PARÂMETROS QUÍMICOS DA ÁGUA E CORRELAÇÕES COM OS DADOS DE SAÚDE	104
7.3	MAPEAMENTO E DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO À SAÚDE.....	129
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	140
	REFERÊNCIAS.....	145
	APÊNDICE A – Resultado das análises hidrogeoquímicas encontradas nas águas coletadas do SASG nos municípios da RSJ	152

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a água utilizada para o abastecimento público está em fase de aumento considerável, mas sua utilização não prende-se somente ao abastecimento residencial, é utilizada também para a irrigação, na produção industrial, criação de animais, produção de energia elétrica, entre outras várias formas de utilização pela sociedade atual.

Em relação aos poços tubulares profundos a Porção Norte da 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho (RSJ), está com a exploração em plena expansão, devido as facilidades atuais para a perfuração e financiamentos acessíveis aos projetos para perfuração e montagem de equipamentos moto-bombas para a exploração d'água subterrânea.

Porém, mesmo as águas profundas dos aquíferos devem passar pelos testes hidrogeoquímicos para que a população não utilize águas sem aprovação prévia quanto as suas características físico-químicas, e que isto não impacte a saúde da sociedade que utilizar destas águas.

Sendo assim, será realizado o levantamento das características hidrogeoquímicas das águas subterrâneas, com as análises das águas do Sistema Aquífero¹ Serra Geral, relacionando a concentração de elementos químicos dispersos nestas águas, e relacionando os resultados das análises, com a saúde coletiva da população.

Com isso, as pesquisas multidisciplinares são fundamentais neste sentido ligando a Geologia, Geografia da Saúde, Medicina entre outras Ciências, que juntas analisam e esclarecem os problemas que atuam sobre a saúde da sociedade.

No entanto, ao analisar os dados que registram a quantidade de óbitos de cada município, pode-se determinar padrões relacionados a saúde no perímetro espacial, com as disposições de áreas de risco dentro da RSJ. Com isso, as informações sobre as características hidrogeoquímicas dos metais pesados, que podem ser identificados, e determinar os riscos que alguns elementos químicos podem gerar na saúde da população.

¹ Aquífero: corpo hidrogeológico com capacidade de acumular e transmitir água através dos seus poros, fissuras ou espaços resultantes da dissolução e carreamento de materiais rochosos (Brasil, 2008).

No Estado do Paraná ocorrem algumas anomalias hidrogeoquímicas que podem afetar a saúde humana, sendo que em áreas próximas foram constatados casos de Fluorose dentária no município de Itambaracá. A Mineropar (Serviço Geológico do Paraná) havia demonstrado um estudo em águas superficiais onde ocorrem excessos de alguns minerais, que podem chegar aos aquíferos.

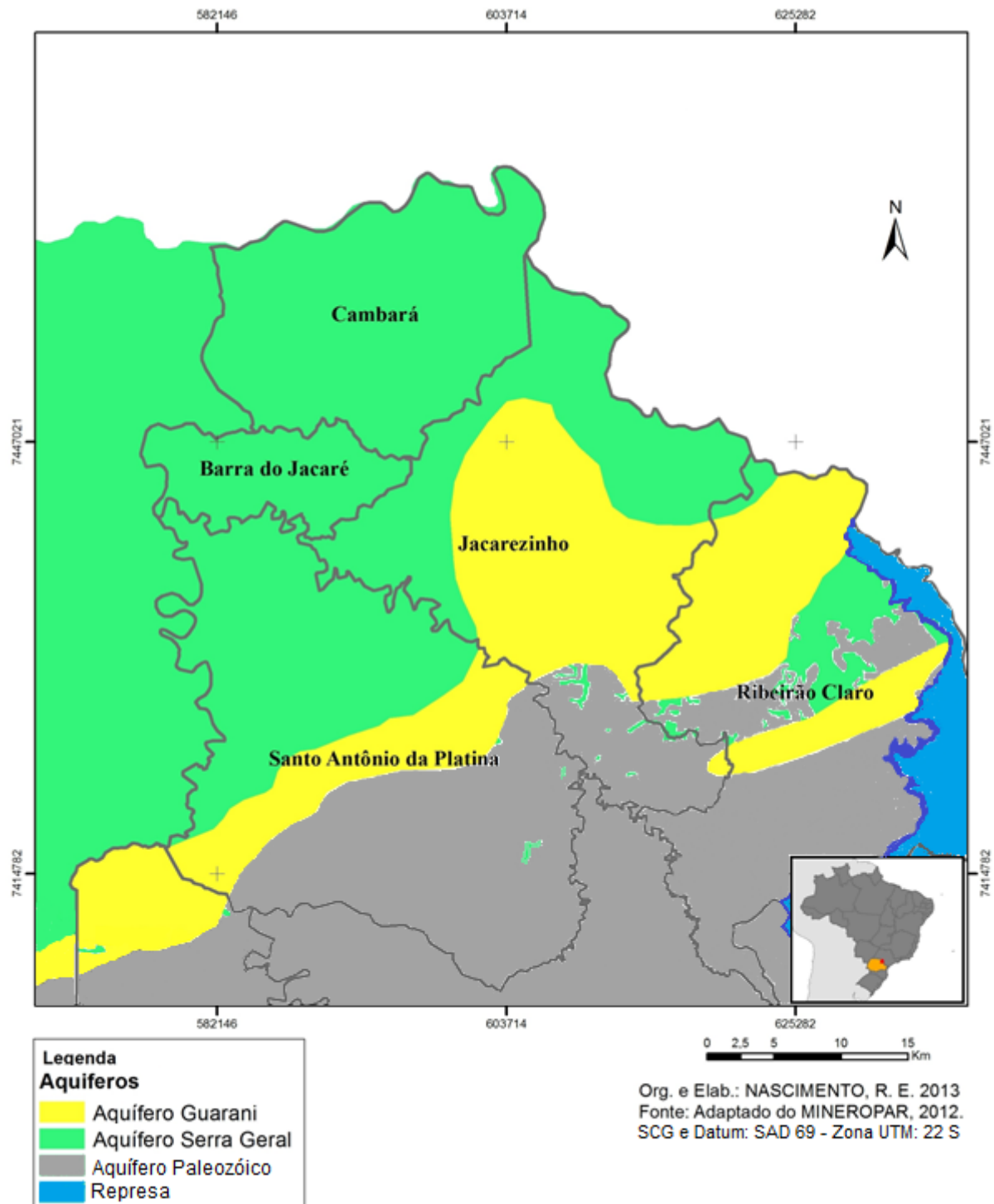
Nesta RSJ com a totalização de 22 cidades a formação geológica da maioria dos municípios, não recai sobre o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), sendo necessário desconsiderar alguns municípios da Regional e manter apenas os municípios que estão sobre o SASG.

Com isso, após a verificação de toda à área da (RSJ), percebeu-se a necessidade de restrição da área para somente os municípios que localizam-se sobre a Formação Serra Geral, sendo desconsiderados os municípios que não fazem parte efetivamente do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG).

A Porção Norte da 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho com sua sede neste município é composta pelas seguintes cidades: Cambará; Barra do Jacaré; Ribeirão Claro e Santo Antônio da Platina, demonstrada na (Figura 1), com o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) e este sobreposto ao Aquífero Guarani.

A área da pesquisa também fornecerá questões relacionadas aos aspectos físicos como o clima, solo, geomorfologia, os aspectos socioeconômicos e também a integração dos dados, o que permitirá relacioná-los com a espacialização das ocorrências dos óbitos na 19ª RSJ.

Figura 1 - Os Municípios da Porção Norte da 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho no Estado do Paraná e os Aquíferos.



Fonte: Adaptado do MINEROPAR, (2012).

Assim, a dissertação, foi elaborada em capítulos, sendo o início relacionado ao Referencial Teórico ao qual determinará o rumo da pesquisa e apoio para o andamento das questões. A princípio a Geografia da Saúde é discutida de

forma geral, os elementos químicos, as doenças que ocorrem nas pessoas relacionadas aos excessos de residuais químicos inorgânicos; Geologia e Geografia Médica, onde a dispersão dos minerais é de suma importância para contribuir com a saúde populacional.

Portanto, tem-se a questão do Espaço Regional, onde verificamos questões relacionadas a população na Porção Norte da 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho-PR, a maior concentração populacional na Porção Norte da Regional coincidindo justamente com o foco da pesquisa.

Sendo que, às questões dos aspectos físicos, socioeconômicos, e os dados de saúde da Secretaria de Saúde do Paraná (SESA/PR), foram levantados de 2000 a 2010 e foram utilizados para relacionar aos padrões hidrogeoquímicos das águas coletadas e a saúde da população.

A fase final da pesquisa está direcionada para a metodologia da pesquisa, análises espaciais dos teores anômalos encontrados e a correlação com os dados de saúde, bem como a síntese destes dados para a produção dos mapas de áreas de risco na área de estudo em questão.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as enfermidades ocorridas no período de 2000 a 2010, na área da Regional de Saúde de Jacarezinho (RSJ), espacializando as ocorrências destas, suas relações com as hidrogeoquímicas das águas subterrâneas com a finalidade de identificar áreas de riscos a saúde coletiva.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Através de coleta e análises físico-químicas, determinar a qualidade da água.
- Relacionar anomalias de saúde que aconteceram na RSJ com os resultados das análises físico-químicas encontradas nas águas subterrâneas, verificando os metais pesados.
- Espacializar dados de saúde do Datasus da RSJ e relacioná-los a população em geral.
- Correlacionar os dados encontrados nas águas do SASG e as anomalias encontradas na saúde da população da RSJ.
- Contribuir com a Geografia da Saúde através de espacialização dos dados relacionando à hidrogeoquímica e à Saúde Coletiva.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 GEOGRAFIA DA SAÚDE: PRESSUPOSTOS INICIAIS

A saúde pública é uma questão de alta relevância, e desde muito tempo é discutido, e tentavam-se relacionar as enfermidades aos ambientes onde elas ocorriam, com isso a Geografia da Saúde atua de forma importante, com a parte ambiental e social envolvendo-se na responsabilidade das enfermidades na população.

O estudo das relações hidrogeoquímicas e sua distribuição no espaço, sugere que ocorrências de anomalias residuais de elementos químicos dispersos na água, demonstre-nos a compreensão da ligação com algumas patologias humanas. A Geografia da Saúde pode nos demonstrar que a espacialidade destas ocorrências ligadas aos elementos químicos, podem levar a um mapeamento, para divulgação destas para as populações, estes padrões que ocorreram sugerem as áreas de possibilidade de risco.

Segundo Milton Santos (1978), a relação das doenças com o espaço estava relacionada a organização da sociedade no espaço e as suas interações e distribuições destas como um conjunto de interações.

Durante a década de setenta, observou alguns aspectos, um deles seria a precariedade de ter um controle das ciências epidemiológicas na saúde, e outro fator importante seria que, com o mundo globalizado, teria que intensificar as pesquisas epidemiológicas com a saúde geral da população (FARIA & BORTOLOZZI, 2009).

Nos anos noventa, os mapas da saúde foram traçados de forma rápida e com maior eficiência, portanto o espaço ganha este recurso para manipulá-lo de forma que o geoprocessamento e a computação encontre grandes melhorias neste processo de controle.

Conforme ALIEVI (2012), a Geografia da Saúde possui diversas denominações em outros países, entre elas “Topografia Médica, Geografia das patologias, das enfermidades e das mortes, Geomedicina, Geoepidemiologia e Ecologia Médica”, sendo que inicialmente a “Geografia do Bem-estar propunha um enfoque integrador que cessasse as fronteiras desnecessariamente incrementadas

entre as disciplinas geográficas que abordavam o tema do bem estar humano”.

Portanto MENDES (2012, p.22), afirma que a Geografia da Saúde se divide em dois principais ramos: “[...] a Geografia das patologias ou Nosogeografia, encarregada da identificação e análise de padrões de distribuição espacial de doenças”. E o segundo mais atual “[...] voltado a Geografia de atenção à Saúde, ocupada das propriedades espaciais da distribuição do sistema de saúde, ou da acessibilidade, utilização e planejamento territorial dos serviços de atenção à saúde”.

3.2 GEOGRAFIA DA SAÚDE E ESPAÇO GEOGRÁFICO

Segundo FARIA & BORTOLOZZI (2009) a Geografia da Saúde em uma visão atual está mais voltada não só a explicar os fatos ocorridos relacionados as enfermidades, ambientes e o espaço, como também de tentar esclarecer os fatos que geraram a situação.

Estes fatores podem estar relacionados a questão social, ambiental e econômica das pessoas que ocupam este espaço, sempre tentando explicar as causas e fornecer soluções para os problemas, identificando as situações de riscos, identificando as áreas destas ocorrências e gerando as ações que podem amenizar os problemas de saúde coletiva.

Corroborando com a saúde coletiva PEITER (2005, apud MENDES, 2012, p. 24) nos demonstra que “um dos principais objetivos está em proporcionar novos conhecimentos e desenvolver uma proposta teórico-metodológica para o estudo das relações espaciais do processo de saúde-enfermidade”. Com isso, poderá também gerar a produção dos “resultados de importância prática às investigações epidemiológicas, à administração de saúde e, em geral, à racionalidade das ações de melhoramento do bem-estar da população”.

Com essa perspectiva, as informações relacionadas ao Aquífero Serra Geral representará uma fonte de informação importante e de grande utilidade pública para saúde coletiva da Regional, sendo que, com isso poderá fornecer informações para a própria Regional direcionar recursos para atuar preventivamente nos respectivos casos, como afirma Santos (2004) as técnicas envolvem várias formas de produzir, bens e serviços, as formas de relacionamento entre os Homens, formas de informações, enfim todas as ligações, uma malha ou rede de comunicação.

Segundo Faria & Bortolozzi (2009), por meio da conceituação de espaço baseado em Milton Santos, muda-se a forma de estudar as ocorrências, onde antes estudava-se somente as doenças, passou a ser as condições de ocorrências das mesmas sobre a população.

Sendo assim, há muito o emprego na solução de problemas de saúde faz que a Geografia da Saúde identifique os lugares as ocorrências de riscos e desenvolvimento de atividades na promoção de saúde aplicando os métodos e técnicas na investigação em saúde (ROJAS, 2003).

3.3 GEOGRAFIA E SAÚDE AMBIENTAL

A sociedade ao ocupar a sua localização envolve-se com o ambiente e suas relações de ocupação, envolvem as mais variadas atividades e de onde a sociedade retira seus recursos, este ambiente torna-se suas fontes porém, a questão do ambiente e o meio ambiente são tratadas por várias interpretações.

Portanto o ambiente pode ser, na versão de Dulley (2004, p.18), “Conjunto de condições que envolvem e sustentam os seres vivos na biosfera, como um todo ou em parte desta abrangendo elementos do clima, solo, água e de organismos”, a natureza é um “termo genérico que designa organismos e o ambiente onde eles vivem: o mundo natural”, e por meio ambiente “a soma total das condições externas circundantes no interior das quais um organismo, uma condição, uma comunidade ou um objeto existente”. Outra perspectiva para esta versão é que “o meio ambiente não é um termo exclusivo, os organismos podem ser parte do ambiente de outro organismo”.

O meio ambiente pode gerar algumas condições que podem trazer algumas doenças para a população, neste caso com a água várias situações podem ser vinculadas a ela conduzindo os contágios que encontram-se neste meio e disseminá-los de forma a atingir toda a sociedade que utilizar desta água (SANTOS, 2010).

O levantamento destes casos vem avançando, principalmente no sentido de relacionar indicadores de saúde e o meio ambiente, a morbidade, faz com que a área seja mapeada e esclarecendo algumas patologias.

Conforme Alievi (2012):

[...] a saúde ambiental trata das questões das doenças contagiosas oriundas de ambientes propícios à ocorrência das mesmas. Quando se trata dos ambientes aquáticos, muitas são as formas de se adquirir, ou entrar em contato, com agentes contagiosos que encontram-se neste meio (ALIEVI, 2012, p. 17).

Como várias doenças são transmitidas pela água e o consumo de água contaminada faz com que os contágios sejam rápidos, dentre estas doenças, cita-se algumas infecções causadas pela água contaminada:

- 1) Hepatite A
- 2) Leptospirose
- 3) Esquistossomose
- 4) Cólera
- 5) Diarréia infecciosa
- 6) Giardíase
- 7) Amebíase

Existem outras que são causadas pela falta de higiene com água ou água contaminada em contato com os olhos ou pela pele: Salmonelose; Conjuntivite bacteriana; Ascaridíase; Pediculose; Escabiose e Enterobíase (ALIEVI, 2012).

Com as infecções das pessoas ocorrendo pela água se não houver uma eficiente distribuição e um tratamento adequado, os surtos poderão ocorrer de maneira mais grave, em nosso país segundo dados do IBGE (2010) dos 5.564 municípios registrados em 2008, 5.531 possuem distribuição de água tratada para a população, ainda que seja parcial a distribuição ou seja 99.4% do total a distribuição de água pelo sistema público é eficiente e atinge grande parte da população.

Os sistemas de abastecimentos são estruturados conforme a região, portanto os índices de concentrações dos elementos são de suma importância, pois suas concentrações poderiam estar refletidas também nas águas subterrâneas de distribuição as populações.

Segundo Santos (1996, *apud* ALIEVI, 2012), um número grande de pessoas ao se contaminar, tornam-se surtos, isto por um breve período de tempo e existe uma ligação com a veiculação desta distribuição, da forma como o sistema de distribuição d'água está composto.

A importância dos sistemas de distribuição estarem atentos para as informações relacionadas a qualidade d'água distribuída a população, a concentração dos metais pesados, com relação as técnicas investidas no tratamento

e distribuição são eficientes, porém manter a inspeção é fundamental devido as alterações naturais que possam surgir.

Araújo, reforça ainda que,

A saúde humana é por sua vez influenciada diretamente pela ingestão de líquidos e alimentos e, desta forma alguns elementos vão influenciá-la positiva ou negativamente. A diferença entre o benefício e o malefício está na dosagem dos elementos traços que é absorvido pelo organismo. Os antagonistas são os elementos que restringem e sinergistas os que promovem a absorção, utilização ou retenção de elementos traços em humanos (ARAÚJO, 2006, p. 157).

3.4 GEOLOGIA E GEOGRAFIA MÉDICA

Segundo Silva et al (2006, p. 8) alguns dos principais elementos químicos são vitais à saúde humana sendo que, “estes macronutrientes necessitam ser absorvidos pela dieta em grande quantidade participando da massa corporal em concentrações maiores e micronutrientes em quantidades menores”.

As populações dependem destes elementos para formação de sua alimentação, e a localização onde estão geralmente fornecem a estes elementos nutrientes misturados as águas, para que as pessoas utilizem destas águas e que não cause prejuízos à saúde. Com isso definiu-se a Geologia Médica, segundo Selinus apud Ibañez et al (2007, p.1) como sendo a “Ciência que estuda a influência de fatores geológicos ambientais relacionados à distribuição geográfica das doenças humanas e dos animais”.

Com isso Lacaz (*apud* Araújo, 2006, p. 16) definiu a Geografia Médica como sendo a ciência que “[...] estuda a patologia à luz dos conhecimentos geográficos, pois resulta da integração dos conhecimentos geográficos e médicos”, com isso a interligação que é feita entre as duas “procura evidenciar a importância do meio geográfico no aparecimento e distribuição de uma determinada doença visando fornecer bases seguras para os programas de saúde pública”. Desta forma verificamos a especialização das ocorrências médicas e suas relações com a Geografia médica.

3.5 ELEMENTOS QUÍMICOS ENCONTRADOS NA ÁGUA E A SAÚDE HUMANA

A distribuição dos elementos químicos ocorre de forma natural ou até mesmo por questões antropogênicas, no sentido de exemplificar, podemos citar os casos que ocorreram no Japão, por volta de 1956 em Minamata, onde ocorreu a contaminação por mercúrio, com a ingestão de peixes (GOMES & MELO, 2006).

Estes elementos químicos, podem ocorrer em quantidades variáveis sem a interferência humana, geralmente estão ligados ao intemperismo das rochas, acumulo pela lixiviação onde acabam por gerar as altas concentrações.

As interferências da quantidade de elementos químicos na saúde humana podem ocorrer de maneira que:

[...] entre as “doenças geoquímicas” mais abundantes do planeta, concentrando-se principalmente nas áreas subdesenvolvidas, podem ser a fluorose dental e esquelética o aumento da tireóide, a pododistrofia (elefantíase não filária, e toda uma série de patologias causada pela maior presença de elementos e produtos químicos tóxicos ou pela escassez de elementos e compostos essenciais a boa saúde (CORTECCI, 2006, p.1).

Deste modo, outras são citadas por pelo referido autor, “[...] depois das doenças cardiovasculares, o câncer representa a maior patologia em crescimento na sociedade industrializada” (CORTECCI, 2006, p.1). Com isso, segundo o autor, as pesquisas sobre o câncer baseiam-se essencialmente em hipóteses que consideram que todas as formas de carcinoma são causadas (até prova contrária) por fatores ambientais.

Os resíduos sólidos e água residuária provenientes de tratamentos de esgoto necessitam de rigorosos sistemas de controle a fim de se eliminar possíveis riscos de contaminação nos solos e nos corpos de água, porém há outras formas de contaminação de produções industriais e agrícola que contaminam a água subterrânea (HARPER & OLIVEIRA, 2006).

3.6 A SAÚDE E OS ELEMENTOS QUÍMICOS

Dentre os elementos químicos dispersos na natureza estão os metais pesados, cujas principais propriedades destes estão nos elevados níveis de reatividade e bioacumulação, podendo impulsionar reações químicas não metabolizáveis, com isso acumulação ao longo da vida do indivíduo faz com que

tornem-se prejudiciais chegando a níveis que os seres vivos não suportam, os metais pesados prejudicam a saúde humana, entre eles estão: chumbo (Pb), Cobalto (Co) e Cádmio (Cd), (SOARES, 2006).

Contudo, o quanto dos metais pesados estão dispersos, há sua disponibilidade e interações, conforme afirma Jesus et al (2004, p.384), “importantes suportes geoquímicos são: óxidos de ferro, de manganês e sulfetos metálicos, através da análise de correlação pode-se obter informações sobre a sensibilidade de fontes, bem como comportamento ambiental dos metais”.

Porém Peirano (*apud* SOARES, 2006, p. 39) demonstra que os minerais, “[...] Chumbo (Pb), Mercúrio (Hg), Cádmio (Cd), Arsênio (As), Cromo (Cr), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Manganês (Mn) e Níquel (Ni) dentre outros são considerados os metais de maior interesse em termos de saúde pública”.

Bário (Ba): este elemento químico é um metal alcalino-terroso, quando está na forma metálica, o bário se oxida facilmente, além de reagir com a água e com o álcool etílico (Winter, 1988 *apud* MINEROPAR, 2005).

O Bário não apresenta função biológica conhecida, podendo causar graves danos à saúde humana, causando aumento na pressão sanguínea, alterações no ritmo cardíaco, irritações no estômago, danos ao coração, rins, fígado e outros órgãos (ATSDR, 1999 *apud* MINEROPAR 2005).

Com relação a Portaria MS 2914/2011 foi estabelecido um valor padrão de 0,7 mg/L para o consumo humano na água potável.

Cálcio (Ca): segundo Araújo (2006 p. 140), “[...] é essencial a vida animal e vegetal”. Este desempenha importante papel na coagulação sanguínea, nas paredes celulares, fluídos dos corpos e ossos, muito abundante no corpo humano, o excesso de Cálcio torna quebradiços cabelos e unhas, alguns distúrbios que podem ocorrer com o Cálcio: cansaço muscular, irritabilidade e depressão.

Este elemento, é um nutriente essencial para os seres vivos e o constituinte mais importante de paredes celulares, desempenham importante papel na corrente sanguínea (KOLJONEN *et al*, *apud* MINEROPAR, 2005).

De acordo com a Portaria MS 2914/2011 não foi estabelecido um valor padrão para o consumo humano, na água potável.

Cobre (Cu): em excesso pode causar “salivação, dor epigástrica, náuseas, irritações nas vias respiratórias, bocas, dores de cabeça, olhos, vômitos e diarreia e a ocorrência de hemólise intravascular severa e icterícia, necrose e insuficiência hepática, hemoglobinúria, proteinúria, hipotensão, taquicardia, insuficiência renal, colapso vascular e morte”, Porém é essencial a saúde humana (OMS, 1998 *apud* MENDES, 2012).

Conforme a Portaria MS 2914/2011 estabeleceu o valor padrão de 2 mg/L de Cobre para o consumo humano, na água potável.

Ferro (Fe): na água subterrânea pode ocorrer em associação com substâncias orgânicas, em particular ácidos húmicos, onde formam complexos estáveis parcialmente na forma dissolvida e coloidal (LIMA, 2003 *apud* MENDES, 2012). O Fe é o principal metal da indústria, sendo largamente utilizado.

A sua toxidez está relacionada a essencialidade dos processos fisiológicos, quando a sua deficiência ocorre gera a clorose nas plantas que é facilmente perceptível, nos humanos sua falta gera a anemia.

De acordo com a Portaria MS 2914/2011 foi estabelecido um valor padrão de 0,3 mg/L para o consumo humano na água potável.

Estrôncio (Sr): quando presente em solos ácidos é fortemente lixiviado perfil abaixo, não apresenta utilidade biológica conhecida e a sua presença no corpo humano pode resultar do enfraquecimento dos ossos em crescimento, os altos níveis no corpo humano são cancerígenos. Os silicatos que contém Estrôncio são resistentes ao intemperismo, ao passo que os carbonatos se desintegram facilmente (KOLJONEN et al, 1992, *apud* MINEROPAR, 2005).

Com relação a Portaria MS 2914/2011 não foi estabelecido um valor padrão para o consumo humano, na água potável.

Silício (Si): é muito encontrado nas rochas, porém não está em quantidades concentradas, Araújo (2006, p. 149), demonstra que “É utilizado para a produção de ligas metálicas, na preparação de silicones, na indústria cerâmica, na indústria eletrônica e microeletrônica, com o material básico para a produção de chips e transistores, pilhas solares, e em diversas variedades de circuitos eletrônicos”.

Em animais está relacionado com o desenvolvimento do tecido conjuntivo e ossos, para os seres humanos o excesso provoca a silicose (ARAÚJO, 2006).

Conforme a Portaria MS 2914/2011 não foi estabelecido um valor padrão para o consumo humano, na água potável.

Sódio (Na): é um elemento químico muito abundante, muito importante para os organismos vivos, é encontrado nas “rochas magmáticas, gabros e granitos (água do mar), suas fontes artificiais são os condimentos alimentares, bicarbonato de sódio, produção de vidro, sabão, indústria têxtil, petróleo, química e metalúrgica”.

Com isso alguns problemas de saúde significativos podem surgir “se for ingerido em excesso, seria a hipertensão, pedra nos rins, acidente vascular cerebral, e no solo reduz a permeabilidade”, é muito comum a presença de sódio, nos alimentos (ARAÚJO 2006, p. 142).

Sendo assim, a Portaria MS 2914/2011 estabeleceram o valor padrão de 200 mg/L de sódio para o consumo humano, na água potável.

Potássio (K): tem uma função importante para o ser humano, atuando para equilíbrio do sistema nervoso e funções cardíacas, conforme (ARAÚJO 2006, p. 141), “é essencial para os fluídos intracelulares, reações enzimáticas e nas funções musculares, sua falta pode provocar fadiga, baixa de açúcar no sangue e insônia, e o seu excesso pode causar câimbra, paralisia muscular e diarreia”.

O Potássio é essencial para os processos vitais, não é tóxico e ativa as reações enzimáticas (WINTER, 1998 *apud* MINEROPAR, 2005).

Com relação a Portaria MS 2914/2011, não foi estabelecido um valor padrão para o consumo humano, na água potável.

Manganês (Mn): as informações da MINEROPAR (2005 *apud* SOARES, 2006), demonstram que é um micronutriente essencial para todos os organismos e raramente ocorre em concentrações perigosas. É essencial na produção da clorofila, tem papel como ativador enzimático e pode substituir o Magnésio.

Conforme a Portaria do MS 2914/2011, foi estabelecido um valor padrão 0,1 mg/L para o consumo humano, na água potável.

Magnésio (Mg): é utilizado na produção de lâmpadas fotográfica (flash), usinas nucleares e indústria farmacêutica, de grande importância para a vida animal e vegetal, os compostos de magnésio não são tóxicos, no corpo humano tem a função de converter o açúcar em energia além de ser necessário para o bom funcionamento dos nervos e músculos, sua falta pode causar: nervosismo e tremores e o excesso é prejudicial, provocando distúrbios intestinais (ARAÚJO, 2006).

O magnésio é um elemento importante tanto para a vida animal quanto para a vegetal, já que as clorofilas são porfirinas baseadas em magnésio. É também um elemento necessário para a ativação de algumas enzimas.

Os compostos de magnésio não são normalmente tóxicos. Os asbestos, minerais magnesianos, são carcinogênicos não pela sua composição química, mas por sua forma fibrosa (KOLJOLEN *et al.*, 1992 *apud* MINEROPAR, 2005, p.261).

Com relação a Portaria MS 2914/2011, não foi estabelecido um valor padrão para o consumo humano, na água potável.

Zinco (Zn): este elemento químico é utilizado em materiais galvanizados, fios elétricos, pigmentos para pinturas, cosméticos, produtos farmacêuticos, inseticidas entre outros produtos industriais PAES (2003 *apud* SOARES, 2006). A sua deficiência provoca retardamento no crescimento, problemas de pele e dificuldades de cicatrização, o Zinco é essencial para o crescimento, desenvolvimento e reprodução, o Zinco possui alguns compostos comuns que não são tóxicos, porém alguns sais de Zinco podem ser carcinogênicos.

De acordo com a Portaria MS 2914/2011 estabeleceu o valor padrão de 5 mg/L de Zinco na água potável para o consumo humano.

3.7 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A área de estudo apresenta um grande potencial de recarga, que reabastece toda água encontrada no subsolo. A sua dinâmica para o entendimento da dispersão geoquímica² se for concentrada em excesso de elementos químicos

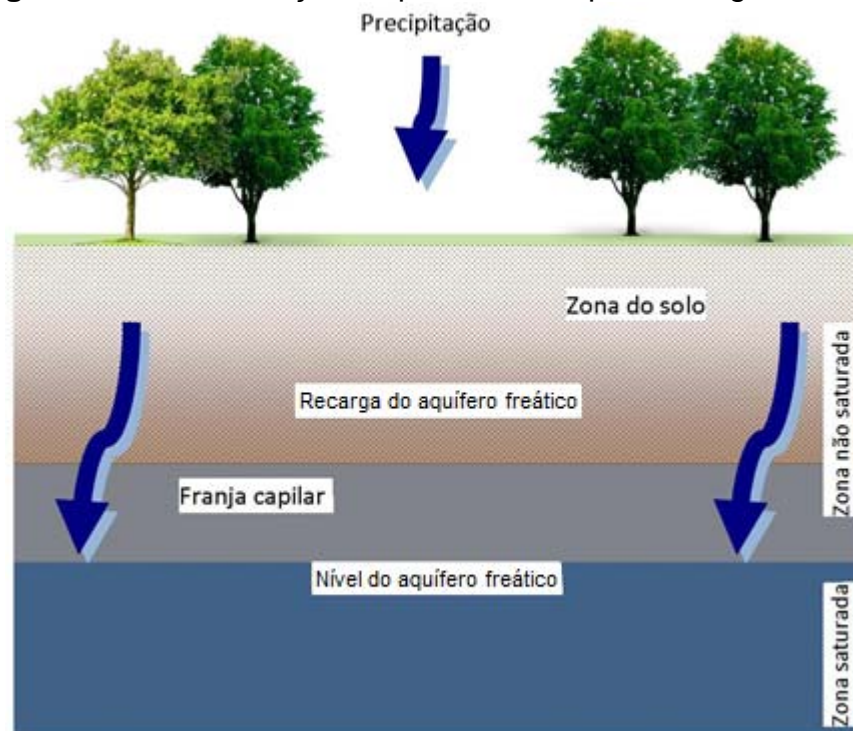
² A dispersão geoquímica é um processo no qual íons e partículas se movem para novos ambientes geoquímicos, provocado tanto por ação de processos químicos quanto físicos (LITCH, 1983).

que podem promover algum prejuízo a saúde de populações que venham a se utilizar desta água.

Para se entender o ciclo hidrológico, que segundo Heath (1983, p. 5) refere-se ao constante movimento da água sobre, na e sob a superfície da Terra. O ciclo hidrológico, que coordena o movimento da água no planeta, seja na parte superficial no subterrâneo ou no ar, vejamos a caracterização esquemática (Figura 2).

As águas subterrâneas, que originam-se da superfície, por infiltração das chuvas ou de outras fontes de recarga, através da gravidade, que faz com que as águas cheguem até uma posição conhecida como zona de saturação onde ocorre o armazenamento.

Figura 2 - Caracterização esquemática do perfil da água no subsolo.



Fonte. Adaptado de Rosa Filho et al. (2011).

Particularmente, a área em estudo está relacionada ao Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), que segundo Rosa Filho (et al., 2011) é composto pelas

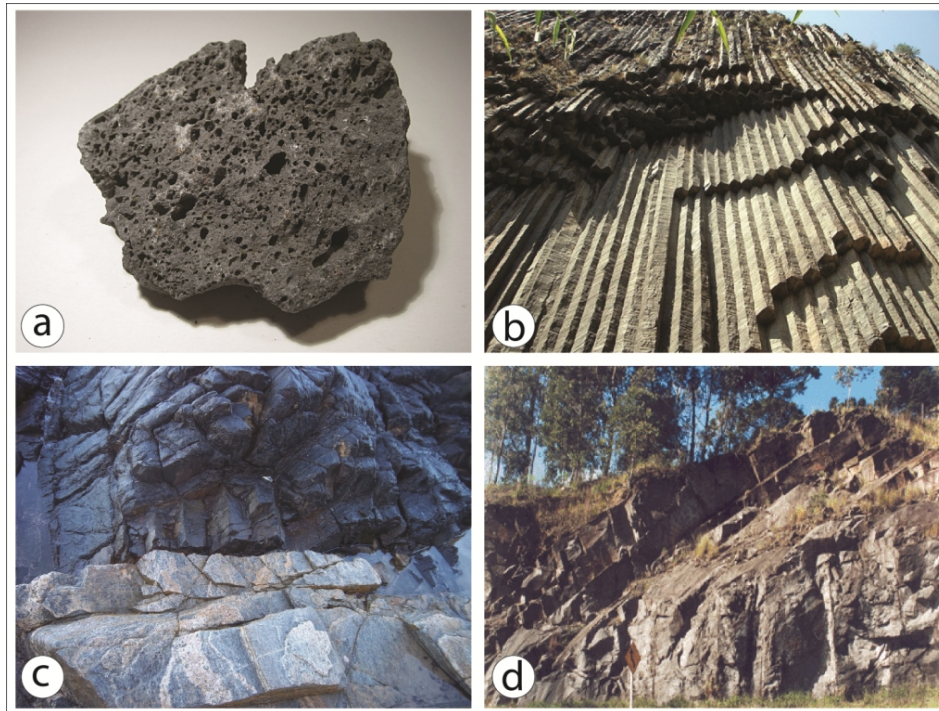
[...] principais estruturas dos derrames que são: contatos interderrames (fendas de grande extensão lateral); zonas de basalto vesicular e amigdaloidal, características de topo de derrame, preenchidas principalmente por calcita, quartzo e zeólitas; zonas de disjunção horizontal e vertical originadas pela contração em função do resfriamento de lava em área de basalto compacto, geralmente diaclasado, característica de zona de exclusão, e tratos de base de derrame; e zonas vítrea, inferior, caracterizada por resfriamento rápido de lava (ROSA FILHO et al., 2011, p. 103).

Como ressaltado por Rosa Filho (et al. 2011), a Formação do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG).

[...] os litotipos são essencialmente rochas ígneas vulcânicas como basaltos toleíticos e andesitos basálticos, com riolitos e riodacitos subordinados, principalmente no centro-sul e extremo sul do Estado. A espessura de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral aumenta no sentido leste para oeste. As rochas aflorantes apresentam, de modo geral, texturas afaníticas e microcristalinas com estruturas maciças ou vesículo-amigdalodais. O mergulho regional dessas rochas ocorre na direção leste/sudoeste, com cotas de até 1.300m da borda leste e sudeste e 49m na Foz do Rio Iguaçu" (ROSA FILHO et al., 2011, p. 103).

Com a sua formação de natureza basáltica o Sistema Aquífero Serra Geral, possui um enorme potencial para utilização de água subterrânea a grande quantidade e extensão de discontinuidades geológicas, compreendendo zonas vesiculares, amigdaloidais e zonas de disjunção horizontal a presença de conexões com grande capacidade de armazenamento e circulação de água no seu interior (Figura 3).

Figura 3 – Tipos de Basaltos, (a) Basalto Vesicular; (b) Basalto Colunar; (c) Basalto Fraturado; (d) Formação Serra Geral no 3º Planalto.



Fonte: Modificado de Rosa Filho et al., (2011).

O índice de precipitação anual na área da Formação Serra Geral "[...] varia de 1.200mm a 2.500mm. As profundidades dos níveis produtores de água ocorrem até 250m sendo que as vazões mais elevadas são encontradas entre 30m e 120m" (ROSA FILHO et al., 2011, p. 107). Com esta precipitação, processa-se a normalidade da recarga do aquífero.

As águas do SASG podem sofrer influência de outros aquíferos conforme Rosa Filho (2011)

[...] esta influência se dá por meio da mistura de águas de diferentes aquíferos, em razão da existência de conectividade entre os basaltos do aquífero Serra Geral com os sedimentos subjacentes; esse processo, com as águas dos aquíferos subjacentes ascendendo por pressão até o aquífero Serra Geral, é frequente nas regiões onde o confinamento da Formação Serra Geral (aquífero Guarani) é elevado, com mais de 600m de basalto sobreposto (ROSA FILHO et al., 2011, p. 109).

Entretanto, essa normalidade pode ser afetada em termos de contaminação química, de qualquer espécie. Segundo Günther (1999), as detecções de produtos químicos nas águas tem aumentado significativamente, nos casos de atividades antrópicas, geralmente as fontes são as atividades industriais, algumas ocorrências acidentais também podem ocorrer tais como a contaminação de lagoas

de efluentes que extravasam, tanques e reservatórios em péssimas condições, descargas industriais e tratamento de esgoto para rios e, conseqüentemente, para as águas subterrâneas, a lixiviação dos resíduos das áreas de armazenamento.

Portanto, os elementos químicos em excesso nas análises de água subterrânea podem gerar grandes problemas de saúde coletiva, e como verificado antes as atividades industriais, apresentam grandes riscos para as águas subterrâneas.

[...] com a suposta contaminação do aquífero freático, há a necessidade de pesquisar o teor dos contaminantes nestes poços. Uma vez poluído um aquífero subterrâneo sua recuperação torna-se difícil, com graves conseqüências ambientais e de saúde pública, principalmente quando é utilizado como manancial de abastecimento de água (GÜNTHER, 1999, p. 2661).

“Devido a fatores climáticos, às condições pedológicas e aos métodos de irrigação, os sais dissolvidos na água podem se acumular no perfil do solo ou serem carreados para as águas subterrâneas” (BARTON, 2006; RODRIGUES, 2007; apud ANDRADE et al, 2009).

Neste processo, além dos sais dissolvidos, também podem penetrar no solo substâncias tóxicas oriundas de insumos agrícolas como pesticidas, herbicidas, entre outros agrotóxicos, assim, as águas de precipitação, ou mesmo da irrigação dos solos nas práticas agrícolas, ao infiltrarem nestes solos, levam consigo estes compostos ao substrato subterrâneo que compõe a água subterrânea local.

Dentre os íons lixiviados, o nitrato e o cloreto são os que ocorrem com maior frequência, havendo uma predominância do primeiro. Os íons nitrato e cloreto não são adsorvidos³ pelos componentes das frações do solo, razão pela qual se deslocam facilmente na solução do solo, podendo ser absorvidos pelas raízes e translocados às folhas, onde se acumulam pela transpiração, ou serem lixiviados aos mananciais subterrâneos. A lixiviação do N-NO₃ oriundo das áreas agrícolas vem se tornando um risco à saúde pública, uma vez que, em concentrações superiores a 10mg L⁻¹, nas águas subterrâneas, pode desenvolver a metahemoglobinemia, conhecida também como síndrome do “bebê azul”.

Enfim, devido essas ocorrências e constatações acerca da água subterrânea e os impactos gerados à mesma pela sociedade em função de suas

³ Adsorção - adesão de moléculas de um fluido a uma superfície sólida.

diversas atividades (industrial, agrícola, etc.), pode-se verificar a importância do entendimento de suas particularidades para que se pense a respeito das relações existentes entre o ambiente e a saúde humana.

Com isso, existe uma interligação entre a saúde coletiva, as atividades econômicas da área e o ambiente onde a veiculação de algumas doenças gira em torno destas atividades, como relatado se há um desenvolvimento industrial, e não há utilização das normas ambientais vigentes, essas indústrias podem contaminar o ambiente de forma que uma reversão seja muito difícil, uma vez que torna-se uma cadeia, como afirma Günther (1999).

As vias de propagação da contaminação ambiental foram constituídas pelos componentes utilizados como meio de transporte dos metais pesados: as águas subterrâneas e o solo. As vias de exposição identificadas foram a ingestão e o contato dérmico (GÜNTHER, 1999, p.2663).

De acordo com ALIEVI (2012), a questão do recorte espacial e a saúde coletiva possuem uma certa ligação, pois se analisarmos que as pessoas estão na mesma área, e apresentando proximidades nas suas características socioeconômicas, assim relacionando com esta lógica espacial existe a possibilidade de comprometimento da saúde pública.

Porém, conforme o autor supracitado, devido a insuficiência de dados ou outros fatores, certas ocorrências, mesmo sem que tenham gerados as condições lineares para uma conclusão dentro do recorte espacial da Regional de Saúde de Jacarezinho, em específico não podem ser afirmadas em uma lógica direta.

Devido as várias consequências geradas pela água a saúde coletiva, essas contaminações das águas subterrâneas de forma direta, geram problemas de saúde nas pessoas, que estão consumindo esta água sem qualidade, a água tratada para a população é uma coisa básica, de saúde pública, com isso há grandes chances das águas de origem dos poços profundos, estejam com algum elemento químico fora dos padrões de potabilidade (BROW, 2005).

Com isso, após a montagem e interação das informações de produtos químicos com saúde populacional a demonstração dos resultados das análises das águas subterrâneas, servirá para a delimitação da área de utilização para a população, conhecer as consequências que houveram a saúde humana de

quem utilizou estas águas, é de grande importância também para alertar os profissionais da Regional, a área das coletas demonstrará os locais de maior incidência, com isso poderá haver o direcionamento da Regional para evitar os problemas de saúde (LENCIONE, 1999).

Deste modo, a saúde pública está relacionada ao consumo de água do Sistema Aquífero Serra Geral, na área de estudo de 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho (PR), no sentido de se tentar buscar (através dos resultados de análises hidrogeoquímicas) os padrões de ocorrência dos elementos químicos.

De forma que, dependendo do tipo e da quantidade excessiva destes elementos na água subterrânea pode ocorrer entre a população residente que venha a consumir desta água, graves problemas de saúde relacionados ao sistema circulatório, respiratório e nervoso.

4 ASPECTOS DO MEIO FÍSICO DA PORÇÃO NORTE DA 19ª REGIONAL DE SAÚDE DE JACAREZINHO.

4.1 GEOMORFOLOGIA

Os municípios de Barra do Jacaré, Cambará, Jacarezinho e Ribeirão Claro estão situados no Terceiro Planalto Paranaense, que de acordo com a Mineropar, dentro da divisão de unidades morfoesculturais, a 19ª Regional de Saúde está dividida entre o Segundo e Terceiro Planaltos Paranaense (MINEROPAR, 2006).

Com isso foram subdivididas em subunidades, o município de Ribeirão Claro ficou em uma posição denominada pela Mineropar (2006, p. 30) como “Planalto de Foz do Areia/ Ribeirão Claro”, e ainda citando as descrições “as formas predominantes são topos alongados, vertentes retilíneas, côncavas e vales em degraus. A direção geral da morfologia é NW/SE, modelada em rochas da Formação⁴ Serra Geral” (MINEROPAR, 2006, p. 30).

O Estado do Paraná está dividido em três planaltos, sendo conhecidos por Primeiro, Segundo e Terceiro Planalto Paranaenses. Em específico, na área de estudo, quatro municípios encontram-se no Terceiro Planalto paranaense, o restante está localizado no Segundo Planalto paranaense. O Terceiro Planalto possui a escarpa da Serra Geral do Paraná, geologicamente escarpa mesozoica. A constituição desta escarpa é formada por estratos de arenito Botucatu e de espessos derrames de lavas basálticas da Formação Serra Geral. Deste planalto a escarpa é relativamente baixa e cortada em platôs isolados e mesetas pelos rios Cinzas, Laranjinha e Congonhas (MAACK, 1981, p.419-420).

A cidade de Cambará está situada no Planalto do Médio Paranapanema, dentro do Terceiro Planalto paranaense, de acordo com a Mineropar (2006, p. 30) a descrição de suas formas foram, “as formas predominantes são topos aplainados, vertentes convexas e vales em “v” modelados em rocha da formação Serra Geral”.

⁴ Segundo Eicher (1988 apud ALIEVI, 2012, p.52), “as formações são unidades litológicas (corpos distintos de rochas) fundamentais que subdividem-se em membros ou camadas. O agrupamento de formações em unidades litológicas maiores é conhecido como grupo. Assim, a hierarquia constitui-se em: Grupo, Formação, Membros ou Camadas”.

Os municípios de Jacarezinho e Barra do Jacaré, estão em uma localização denominada Planalto de Londrina, dentro do Terceiro Planalto paranaense. Conforme a Mineropar (2006, p. 30), “As formas predominantes são topos alongados, vertentes convexas e vales em “v” modelados em rochas da formação Serra Geral”, citando as descrições de relevo para esta localidade.

Santo Antônio da Platina está localizado no 2º Planalto paranaense, como cita a Mineropar (2006, p. 30), onde a sua descrição demonstre que “apresenta um gradiente de 740m, com altitudes variando entre 440m (min) e 1180m (máx). As formas predominantes são topos isolados, vertentes convexas e vales em “v”. A direção da morfologia é NW/SE, modelada em rochas da Formação Rio do Rastro”.

4.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS

4.2.1 Grupo São Bento - Formação Serra Geral

A designação de Formação Serra Geral, refere-se à província magmática relacionada aos derrames e intrusivas que recobrem 1,2x106 km² da Bacia do Paraná, (MELFI et al., 1988), abrangendo toda a região centro-sul do Brasil e estendendo-se ao longo das fronteiras do Paraguai, Uruguai e Argentina, sendo que a área localiza-se sobre rochas vulcânicas da Formação Serra Geral (Figura 4).

Figura 4 - Seção geológica esquemática regional.

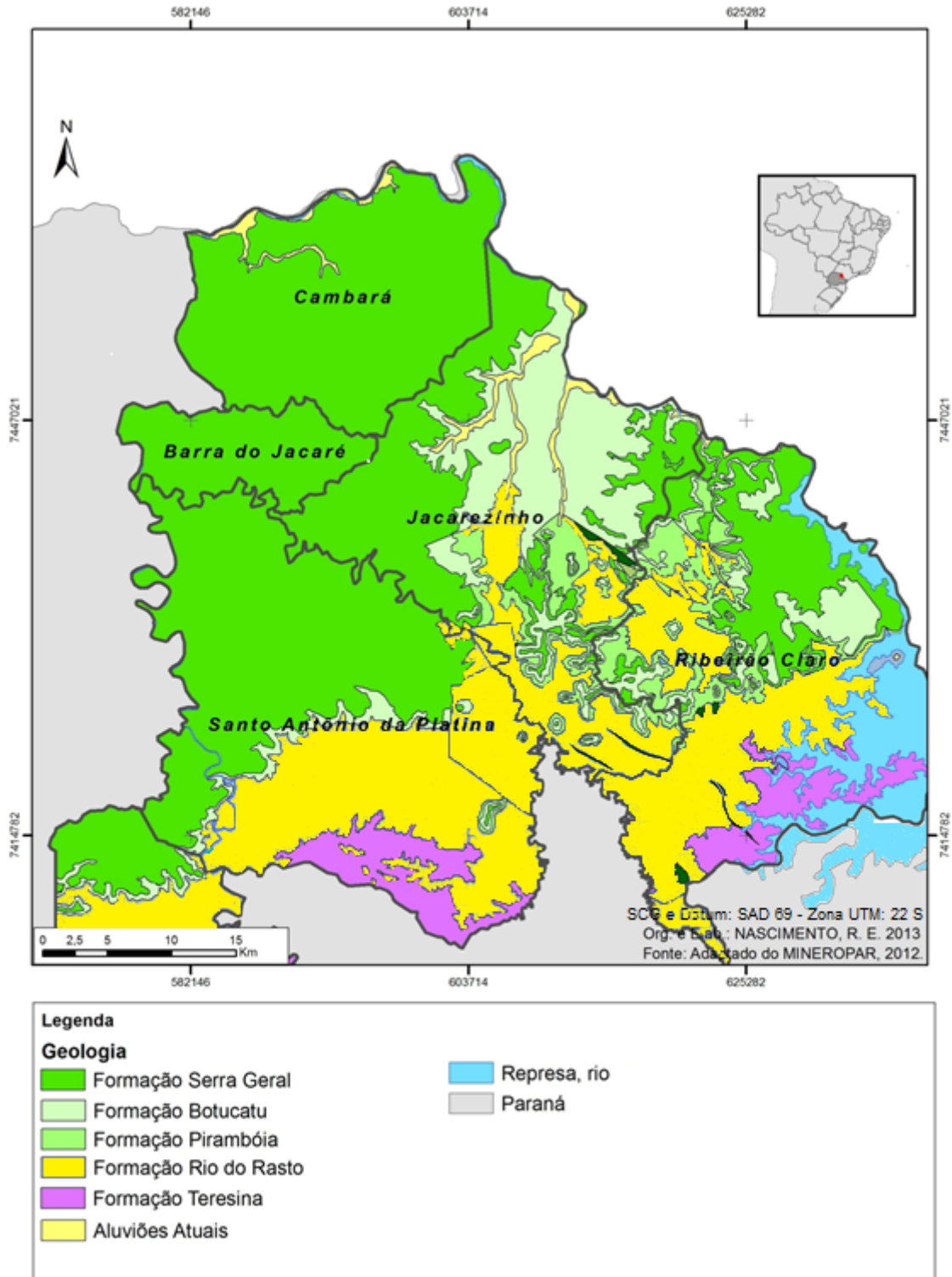


Fonte: CPRM (1998).

O Sistema Serra Geral surgiu com o intenso vulcanismo fissural, é representado por basaltos e alguns estratos de dacitos porfíricos, que as afetou no Mesozoico, formando uma vasta região magmática, representada pela maior manifestação ígnea não oceânica durante o Fanerozóico e de formação da crosta continental de grande importância. Conforme afirma Maack (1967 apud STRUGALE et al, 2004, p. 305), “É comum a ocorrência de camadas de arenitos eólicos intercaladas aos basaltos, denominadas arenitos intertrapp”. Esta seção pode ser verificada na (Figura 5).

Conforme MILANI (et al., 2007), os acontecimentos que ocorreram com o magmatismo estão envolvidos com os campos tensoriais e fenômenos endógenos, com isso aconteceu a desagregação do Pangea, na Bacia do Paraná da seguinte maneira: “uma espessa cobertura de lavas, uma intrincada rede diques cortando a inteira seção sedimentar e múltiplos níveis de soleiras intrudidas segundo os planos de estratificação dos sedimentos paleozoicos” e com isso “[...] ainda hoje com mais de 100 Ma de retrabalhamento erosivo, ainda restam cerca de três quartos da área total da bacia recobertos pelas rochas ígneas do Serra Geral com espessura de 2000 m” (MILANI et al., 2007).

Figura 5 - Mapa Geológico da Porção Norte da 19ª RSJ



Fonte: Adaptado do Mineropar, (2012).

De forma geral, a constituição da Formação Serra Geral em termos petrológicos se resume em “basaltos toleíticos e andesitos basálticos, ocorrendo subordinadas quantidades de riolitos e riodacitos” (MILANI et al, 2007). PINESE,

2002 apud MENDES, 2012, reitera que o basalto está intercalado com arenitos, similar ao Botucatu, e agregando-se a eles corpos intrusivos, formados de diques e sills. Segundo Pinese et al, (2000, p.21 apud MENDES, 2012), este derrame basáltico é um dos maiores do mundo em plataforma continental recobrimdo quase a totalidade da sequência sedimentar da Bacia do Paraná.

4.2.2 Formação Botucatu

Esta formação abrange os municípios de Jacarezinho e Ribeirão Claro. Segundo o DNPM (1984) esta formação compõe-se de arenitos avermelhados, estratificação cruzada, planar e acanalado de grande porte, este possui relações estratigráficas e possui idade jurássica, sendo que está abaixo dos derrames basálticos do jurássico-cretáceo. Conforme Strugale et al, (2004, p.305) “Apresentam estratificação cruzada acanalada de médio a grande porte (sets de até 10 m de altura, sendo indicativo de sedimentação em ambiente desértico, na forma de grandes ergs”.

4.2.3 Grupo Passa Dois - Formação Rio do Rasto

Segundo Strugale (et al., 2004), a formação Rio do Rasto, ocorre na região de forma considerável,

[...] caracteriza-se por siltitos vermelhos a roxos (esverdeados quando alterados), laminados e com aspecto pastilhado, e camadas tabulares de arenitos com até 2m de espessura que são brancos a avermelhados, finos a muito finos, lamosos, mal-selecionados, com estratificação cruzada tabular e acanalado de pequeno porte (sets de até 60 cm) ou mesmo aspecto maciço. A passagem para o siltito, tanto na base como no topo costuma se dar de forma abrupta (STRUGALE et al, p.305, 2004).

Conforme pode-se verificar na (Figura 5), os municípios de Santo Antônio da Platina, Ribeirão Claro e Jacarezinho possuem esta ocorrência.

4.2.4 Formação Teresina

Esta formação encontra-se em Ribeirão Claro, formada principalmente por ritmitos alternados de argilitos e folhelhos cinza-escuro, com

siltitos e arenitos muito finos, ocorrendo na parte superior calcários por vezes oolíticos, e leitos de eoquina. Segundo Fanton et al. (2006, p. 221).

[...] regiões do Gondwana Ocidental, incluindo a bacia do Paraná, tornando-se gradualmente áridas. Essa crescente aridização que foi registrada, em parte, nas rochas sedimentares da Formação Teresina, vincula-se a um contexto climático e tectônico global e induziu severas modificações florísticas (FANTON et. al, 2006, p. 221)

4.2.5 Aluviões

Esta formação recai sobre os municípios de Jacarezinho e Cambará em planícies ao longo das drenagens e em pequenas depressões alveolares fechadas, sedimentos de deposição fluvial. Apresentam constituição variada predominando depósitos homogêneos areno-argilosos, com intercalações de bancos arenosos (MINEROPAR, 2001).

4.3 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

O clima da Região Norte do Estado, especificamente na região de Jacarezinho, não possui uma estação seca definida, o verão é quente e não há frequência de geadas (MAACK, 1981).

Segundo Mendonça & Danni-Oliveira (2007, p. 120), na área de estudo o clima Cfa Clima Subtropical Mesotérmico, nenhuma estação seca, úmido o ano todo, verão quente, o mês mais quente tem temperatura média maior do que 22°C, conforme a classificação de W. Köppen.

Seguindo ainda com os autores a dinâmica atmosférica da área está sob influência da Massa Tropical Atlântica (MTA), que “[...] é uma das principais massas de ar da dinâmica atmosférica da América do Sul e particularmente do Brasil”. A Massa Polar (MP) associa-se a (MTA) e contribui para a formação do clima da área, esta é formada com “[...] o acúmulo de ar polar sobre o Oceano Atlântico na altura do Centro-Sul da Patagônia, que dá origem a massa de ar polar de característica fria e úmida”, porém após esta formação “[...] atingir a Cordilheira dos Andes, a MP se divide em duas gerando a MPA (atlântica), que favorecida pela calha natural de drenagem da bacia Platina, atua sobre a porção Centro-Sul-Leste da América do Sul” (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 110).

A cidade de Jacarezinho de acordo com Müller está na faixa de 1200 a 1400 mm de média anual de precipitação (MÜLLER, 2001).

4.4 SOLOS

Este item possui uma grande importância devido a influência sobre as águas subterrâneas, como explica Machado & Stipp (2003, p. 47), a exploração dos recursos naturais em geral principalmente o solo, poderá provocar diversos problemas ambientais, que também podem chegar a uma grande interligação com os outros recursos naturais, os solos compreendidos na área são em geral solos de textura arenosa, média e argilosa.

Sendo que, pode ocorrer os solos sedimentados por um agente transportador principalmente por meios hídricos, gravitacionais e eólico, estes solos são chamados de solos transportados, que são fortemente influenciados pelos diferentes tipos de manejo (BERTOL et al.,2010, p. 247).

Nesta Regional a um acompanhamento da Escarpa do Terceiro Planalto segundo Muller (2001), que faz uma menção, em relação a descrição do relevo, “nesta área, os morros-testemunhos não aparecem muito afastados da escarpa, como acontece mais ao sul, onde chegam a distâncias da ordem de 30 Km. Os melhores exemplos, no norte do Paraná são encontrados a sudeste de Santo Antônio da Platina” (MULLER, 2001, p. 94). Com a descrição para a Geologia, onde a autora revela que “A Geologia é a mesma para toda a região, diferenciando-se a porção que estudamos pelos capeamentos de arenito que aparece no lado ocidental. A erupção deu-se através de fendas de tração, pelas quais extravasaram derrames sucessivos” (MULLER, 2001, p. 94).

Com isso, temos alguns tipos de solos na área da 19ª Regional de Saúde entre eles estão os: Argissolo; Cambissolo; Gleissolo; Latossolo; Neossolo e Nitossolo (Figura 6).

Os **Latossolos** vermelhos eutroféricos, normalmente possuem de baixa a média capacidade de troca de cátions, textura argilosa, são muito profundos, constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo do horizonte A, também são solos porosos de grande permeabilidade, excelente para recarga de aquíferos (EMBRAPA, 2012).

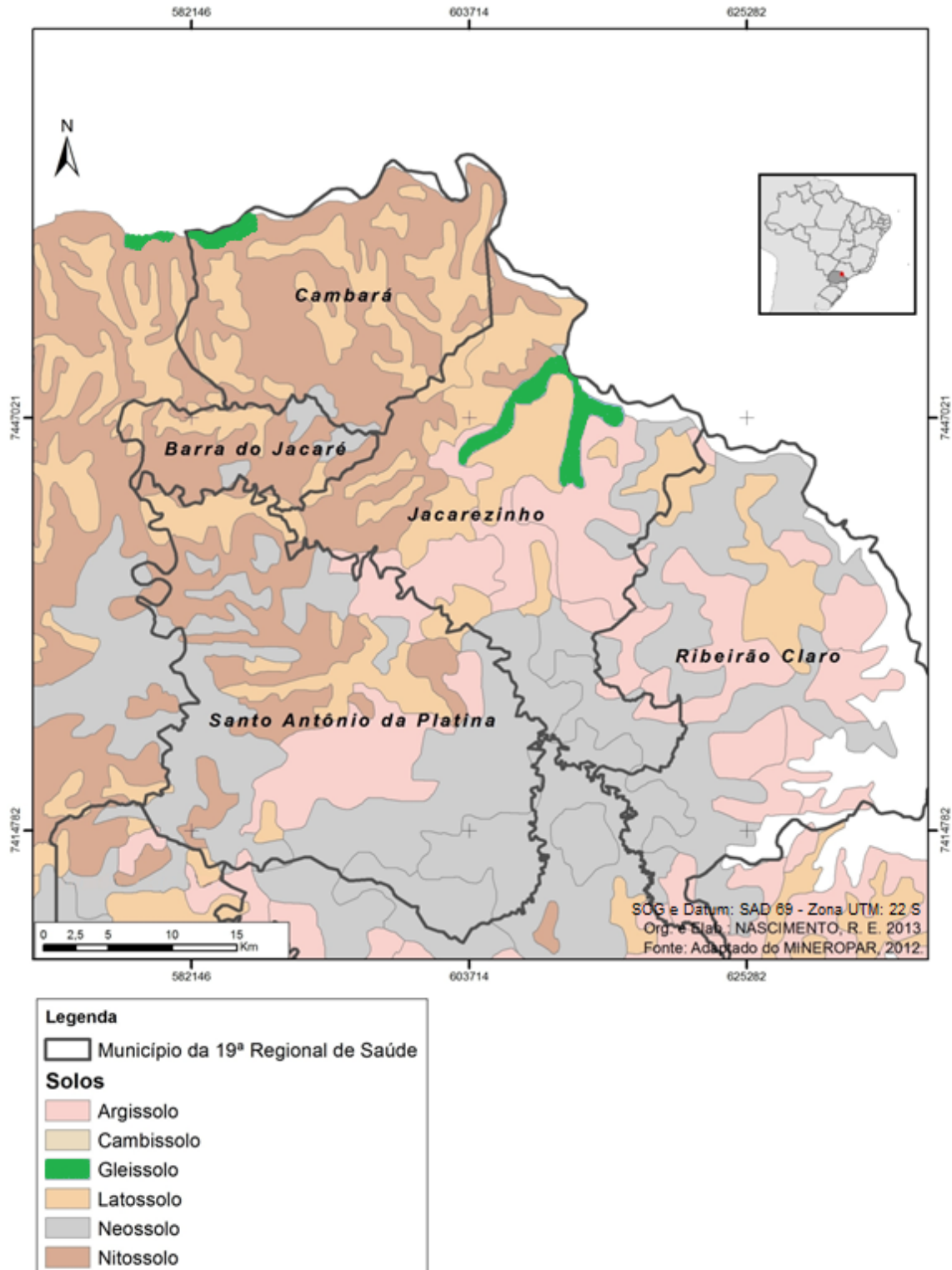
Os **Argissolos** vermelho-amarelos, distróficos são solos profundos, bem drenado (água infiltra com facilidade), com o acúmulo de argila em

profundidade em torno de 0,5m a 1m, muito sujeito a erosão, devido a presença de areia na parte superficial, este tipo de solo é suscetível à erosão, a transição de A para B são nítidas, o horizonte B textural, imediatamente abaixo do A ou E, com argila em atividade baixa quanto alta conjugada com saturação por bases baixa ou alítico (EMBRAPA, 2012).

Os **Cambissolos**, são solos com pouco desenvolvimento. Os cambissolos são muito variáveis quanto à textura. O horizonte B insipiente (Bi) tem textura franco-arenosa ou mais argilosa passando por médias dependendo do horizonte, apresentam espessura mediana de (50-100cm de profundidade) e perdem muito de seu potencial com erosão (EMBRAPA, 2012).

Os **Neossolos** regolíticos e eutróficos, e de textura normalmente arenosa, geralmente não são profundos, não hidromórficos, estão associados a relevos declivosos, bem drenado e determinam a fragilidade ambiental, apresenta alta erodibilidade e com bom potencial de utilização, encontrados na porção norte da Regional (EMBRAPA, 2012).

Figura 6 – Classificação de Solos da Área de Estudo 19ª RSJ.



Fonte: Adaptado de MINEROPAR, (2012).

Os **neossolos**, fazem uma transição entre o Norte e o Sul da área de estudo, em uma faixa passando pelo município de Santo Antônio da Platina, o

solo Argiloso ocupa a maioria da regional, na parte nordeste existem também os Corpos d' água da Represa Xavantes no município de Ribeirão Claro, uma pequena porção na parte nordeste, com afloramento de rochas, locais com pouca presença de solos, determinando elevada fragilidade (EMBRAPA, 2012).

Os **gleissolos** háplicos, são solos que possuem saturação pela água por um longo período do ano, com excessão dos drenados artificialmente, estes geralmente apresentam espessura normalmente profundas, não apresenta textura arenosa exclusivamente nos primeiros 150 cm são de textura média ou argilosa estes solos desenvolveram-se em proximidades de cursos d' água ou sujeitos a hidromorfia.

Constituídos por material mineral, onde apresentam imediatamente abaixo de horizontes A ou E, ou horizonte hístico.

Os **Nitossolos** vermelhos eutroféricos, são solos profundos oriundos de basaltos geralmente, com argila de atividade baixa, são bem drenados, com alto potencial para o uso agrícola, e não são hidromórficos, com presença de horizonte B nítico, ou seja, apresenta cerosidade com pequeno gradiente textural, com sequência de horizontes A, Bt, C e textura argilosa (EMBRAPA, 2012).

O tipo de solo mais comum encontrado na área de estudo é o Latossolo e o Nitossolo em linguagem popular conhecido como “terra-roxa” que cobre a maior parte do terceiro planalto, e também citando MAACK (1981, p. 314) “a parte nordeste do terceiro planalto, chama-se Araíporanga, (Ex: São Jerônimo) Estendendo-se entre os rios Tibagi e Itararé”.

Ademais, em se tratando da influência do solo na água subterrânea, é necessário ressaltar ainda que não somente o solo contribui na composição da água subsuperficial como o contrário - em alguns casos - também ocorre, sendo que mesmo a disponibilidade de alguns elementos no solo pode vir a ser modificada.

Conforme Araújo (2006), a lixiviação dos solos ácidos arenosos com pouca matéria orgânica aumenta a perda de iodo e reduz a disponibilidade de selênio e zinco, ou ainda, segundo o autor, em caso de aumento da umidade induzida por irrigação ou drenagem, quando acompanhada por pH alto e condições de redução⁵ favorece-se a captação de molibdênio por plantações de leguminosas e de selênio por “brassicás” (ARAÚJO, 2006, p.56).

⁵ Reação química em que um elemento 'ganha' elétrons de outro.

4.5 A OCUPAÇÃO E O USO DO SOLO

A Porção Norte da 19ª RSJ está com um alto nível tecnológico de manejo de solo, a área possui aplicação intensiva de capital e de resultados, as terras estão ocupadas com o cultivo da Soja (*Glicine Maxx*); Milho (*Zea Mays*); Trigo (*Triticum Turgidum*); Cana-de-Açúcar (*Saccharum SPP*) e as Pastagens Plantadas. A Cana-de Açúcar e as Pastagens permanecem por um ciclo mais longo, sendo que o cultivo de Soja, Milho e Trigo alternam durante o ano nestas áreas com o plantio de aptidão para dois cultivos por ano (EMBRAPA, 2012).

Nesta área de estudo, as pastagens plantadas para pastoreio são as mais utilizadas com 178.392 cabeças distribuídas pela área (IBGE, 2010).

O plantio de cana-de-açúcar, cultura semiperene apresentam um período de renovação de quatro a seis anos, com a produção total na área de 2.636.469 toneladas (IBGE, 2010).

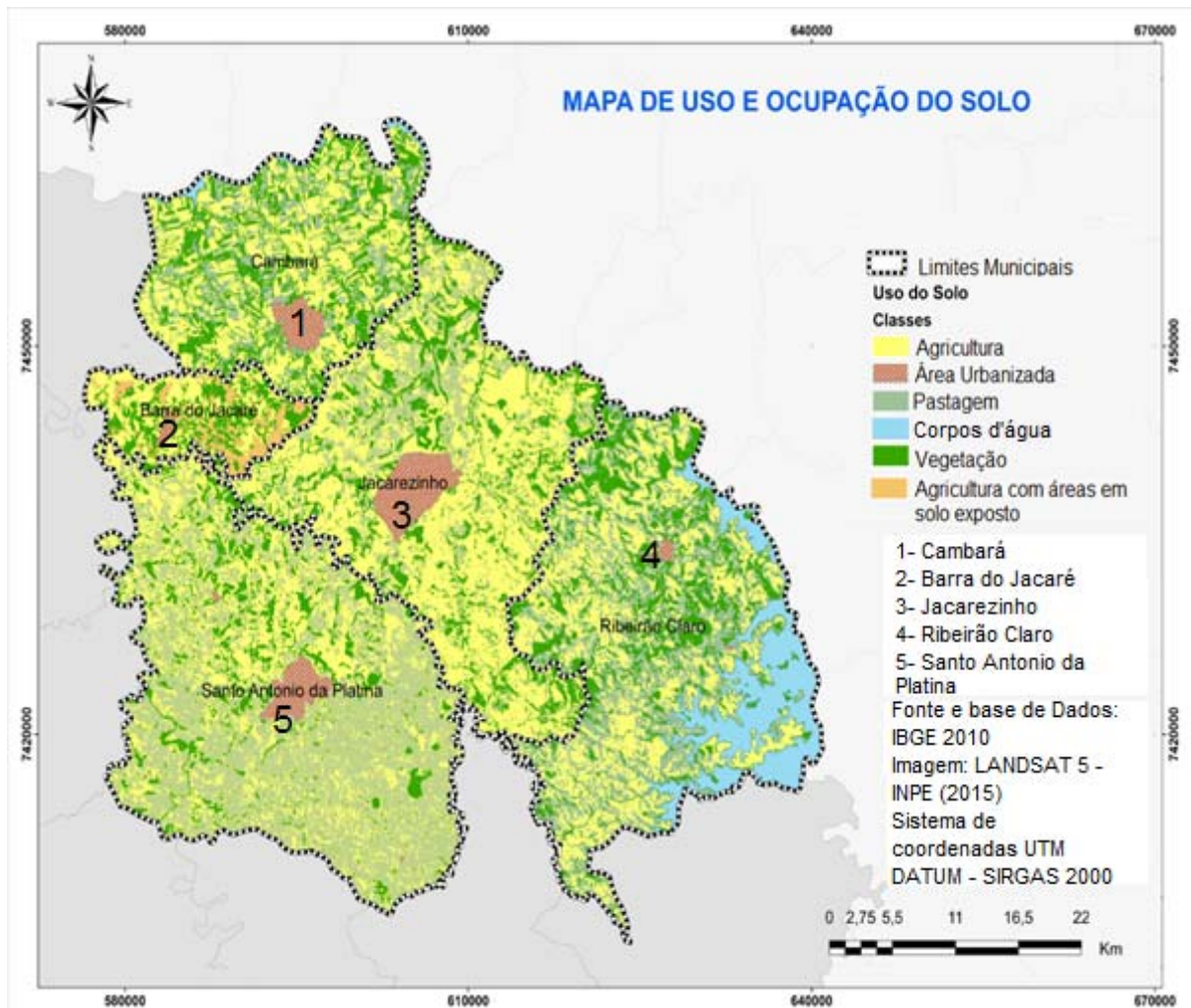
A soja, milho e trigo, são as culturas anuais, de porte baixo sendo a produção em toneladas de soja de 53.546, milho de 31.152 e trigo de 1.969 (IBGE, 2010).

Contudo na área de estudo pode ocorrer alguns fatores relacionados ao relevo, declividade, erodibilidade, tipos de solos e drenagem natural influenciar em contaminações das águas subterrâneas, a composição da água subterrânea como citado anteriormente é influenciada pela geologia local onde está inserida, e as suas características químicas alteram com a composição das águas da recarga e a litologia.

Segundo FREITAS (2005), o sistema de manejo de solo adotado de forma conservacionista colabora no sentido de aumentar o rendimento da capacidade de infiltração e recarga, e o manejo inadequado torna-o impermeável interferindo na filtração e condução da água.

Os insumos utilizados na agricultura alteram as características físico-químico do solo, geram alguns dos impactos sobre o próprio solo utilizado para o cultivo agropecuário e independente da gênese da erodibilidade seu destino pode chegar aos meios hídricos, a Figura 7 demonstra o uso do solo na Regional.

Figura 7 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo.



Fonte: IBGE (2010).

Segundo Lourencetti et al, a uma interação entre solo e a água:

Os recursos hídricos agem como integradores dos processos biogeoquímicos de qualquer região. Sendo assim, sejam superficiais ou subterrâneos, aparecem como destino final principal dos pesticidas. Solo e água atuam interativamente e qualquer ação que cause efeito adverso em um destes elementos afetará o outro (LOURECENTTI et al., 2007, p. 691).

Portanto, segundo Resende (2002), a agricultura contribui para a perda da qualidade da água direta ou indiretamente, por ampla utilização de defensivos e fertilizantes, sendo que a transferência pode ocorrer pela perda de sedimentos pela erosão, por processo de lixiviação de íons, percolação, e manejo do solo de forma incorreta.

5 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DA PORÇÃO NORTE DA 19ª REGIONAL DE SAÚDE DE JACAREZINHO

A Regional possui uma população total de 285.139 habitantes (IBGE, 2010), os municípios utilizam o (SASG) como sua principal fonte de abastecimento público e a população das cinco cidades da Porção Norte que representam em torno de 42% do contingente populacional de toda a (RSJ), utilizam água do (SASG).

As cidades possuem vários poços perfurados, em quantidades satisfatórias para atender o consumo e utilidades diárias, em relação aos poços profundos, podemos citar algumas características gerais dos poços tubulares⁶,

Quando um poço é perfurado numa formação de rocha consolidada, o orifício geralmente é mantido em equilíbrio, sem a necessidade de revestimento”. Por outro lado, em uma “formação de areia, argilas expansivas, pedregulho e outras formações não consolidadas, deverá ser sustentada por revestimento ou filtro para poço, a fim de evitar seu desmoronamento ou fechamento. (CPRM, 1998, p. 7).

A quantidade de poços na Porção Norte (Tabela 1), está cadastrada no Instituto das Águas do Paraná, e possuem em torno de 77 poços (poços com outorga). Sendo que eles estão distribuídos nas cidades, onde está o foco da pesquisa, sendo que inicialmente eram de 103 unidades, porém como à área da pesquisa recaiu somente sobre a Porção Norte como citado anteriormente, temos nestes municípios as setenta e sete unidades de poços profundos.

Tabela 1 - Quantidade de poços tubulares na Porção Norte da 19ª RSJ

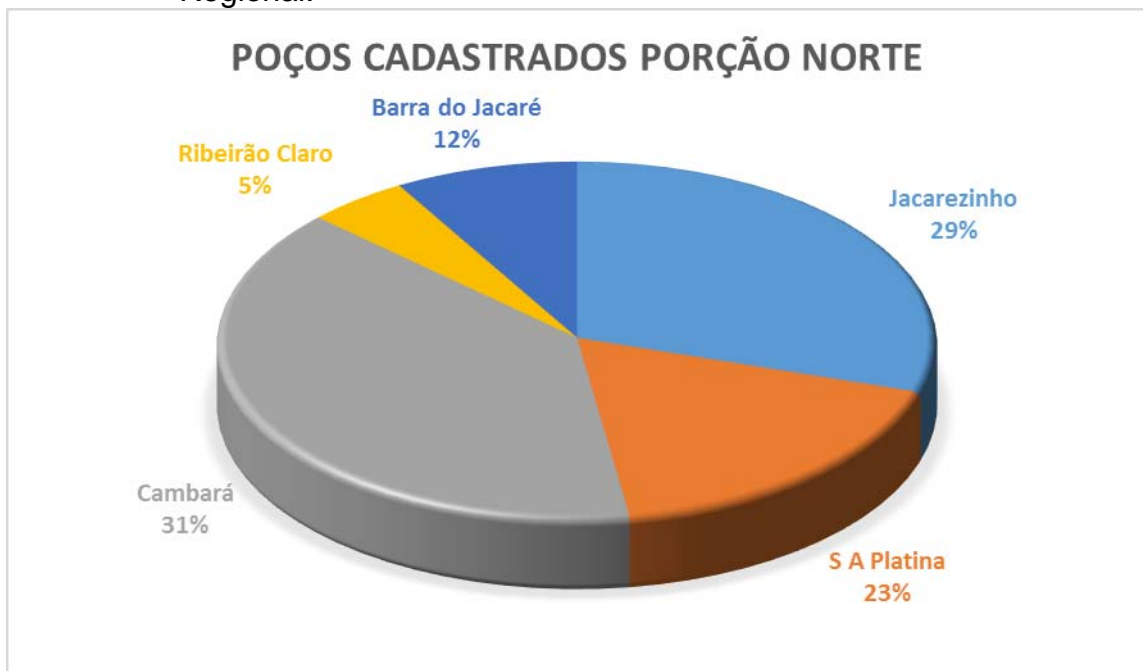
<i>Municípios</i>	<i>Poços</i>
Jacarezinho	22
Santo Antônio da Platina	18
Cambará	24
Ribeirão Claro	4
Barra do Jacaré	9

Fonte: Paraná, (2012).

⁶ Os poços tubulares são conhecidos pela população como poço artesiano, utilizado para captação d'água subterrânea através de bombas submersas, são perfurados por máquinas e possui alguns centímetros de abertura, podem ser revestidos por tubos de polietileno ou ferro galvanizado se necessário.

Como verifica-se no (Gráfico 1), o percentual de poços entre os municípios da Porção Norte, Cambará possui a maior quantidade e Ribeirão Claro a menor quantidade de poços tubulares da área de pesquisa.

Gráfico 1 - Distribuição Proporcional de poços profundos, porção norte da Regional.



Fonte: Paraná (2012).

A concentração populacional, destes municípios encontram-se na sede, onde para abastecer estas posições, os poços tubulares apresentam maior vazão segundo ROSA FILHO (et al., 2011, p.108) as vazões variam de 14m³/h a 130m³/h.

Estes índices nos indicam que as cidades estão buscando desenvolvimento e atrelado a isto estão as questões econômicas a exploração dos poços profundos que tendem a aumentar.

Os municípios da Porção Norte apresentam em média um índice melhor do que o restante da 19ª RSJ, Com isso o desenvolvimento do consumo e maiores populações fazem com que a responsabilidade de contaminação também seja maior, o consumo de água com excesso de minerais principalmente os metais pesados, podem comprometer todo o sistema de abastecimento público, sendo necessário buscar outra fonte de recurso hídrico que não esteja com algum tipo de excesso de elementos químicos.

A contaminação por metais pesados pode ocorrer por questões de resíduos industriais, que são lançados nos sistemas hídricos e contaminam as águas subterrâneas, ou pelas próprias questões naturais, como quando ocorre a contaminação natural provocada pela “[...] transformação química e dissolução de minerais, [...] por exemplo, a salinização, presença de ferro, manganês, carbonatos e outros minerais associados a formação rochosa” (MMA, 2007, p. 19).

Aliás, no caso específico do aquífero Serra Geral é preciso atentar à sua característica fissural (em que a água é armazenada nas fissuras ou fraturas da rocha) pois "A baixa circulação da água nas fraturas (aquíferos fissurais), principalmente em áreas com índice elevado de evaporação, pode provocar a salinização (aumento do teor de sal) do aquífero" (MMA, 2007, p. 17).

A maior parte dos poços tubulares que extraem água do Sistema Aquífero Serra Geral concentram-se na Porção Norte da 19ª RSJ. Ademais, constata-se que a maior concentração de poços tubulares ocorre justamente nesta área, que se considera como objeto de estudo desta pesquisa como destacado anteriormente.

Em relação as contaminações pelos resíduos industriais, ao relacionar de forma simplificada as indústrias na 19ª RSJ, que atuam na Porção Norte através do PIB de cada município (Industrial), portanto o município com o maior índice de atividade industrial pode gerar um impacto ambiental maior e chegar até as águas subterrâneas de abastecimento público (Tabela 2).

Tabela 2 - Participação bruta da indústria no PIB da 19ª RSJ em 2010.

Valor Adicionado da Indústria	Mil Reais
Jacarezinho	141.884
Santo Antônio da Platina	85.115
Ribeirão Claro	31.138
Barra do Jacaré	5.130
Cambará	119.789

Fonte: IPARDES, (2010).

Desta forma, os municípios com a maior participação industrial são: Jacarezinho, Cambará e Santo Antônio da Platina. Destes, Jacarezinho e Cambará possuem grandes indústrias alimentícias e usinas de cana de açúcar; em Jacarezinho tem-se o abatedouro avícola Seara, fabrica de baterias Dalon, e usinas de cana-de-açúcar Jacarezinho e Dacalda; Cambará apresenta as indústrias

alimentícias Panco e Yoki, usina de cana-de-açúcar Casquel, empacotadeira de açúcar Certano, fábricas de bolachas, farinha e fubá Ya-Ya, que geram grande alavancagem econômica para a região.

Desta forma, a participação industrial nos municípios é significativamente importante, o valor adicionado bruto da indústria é uma forma de representar os dados da regional. A utilização destes dados também permite inferir a ocorrência de uma maior concentração populacional nestas áreas visto que as atividades industriais demandam uma mão-de-obra que se concentra nas cidades que se encontram aglomeradas na Porção Norte da 19ª RSJ.

Assim, os municípios que estão na Porção Norte da Regional e sobre o Aquífero Serra Geral já anteriormente citados, possuem uma população que representa 41,95% do total. Em relação ao índice de desenvolvimento dos municípios, estes apresentam índices de 0,662 min e máximo de 0,789, estes indicadores representam o nível de Desenvolvimento Humano e mensuram a alfabetização, longevidade e a renda com o alcance de 0 a 1, sendo o 0, com nenhum grau de desenvolvimento e 1 o desenvolvimento máximo atingido pela população.

De fato, este desenvolvimento desigual entre os municípios, faz com que os índices do IDHM sirvam de parâmetro para verificar a situação do desenvolvimento humano dos municípios da Regional de Saúde (Tabela 3).

Tabela 3 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal na 19ª RSJ.

<i>Município</i>	<i>IDHM 1991</i>	<i>IDHM 2000</i>
Barra do Jacaré	0,708	0,789
Cambará	0,730	0,769
Jacarezinho	0,718	0,782
Ribeirão Claro	0,683	0,747
Sto. Antônio da Platina	0,662	0,745

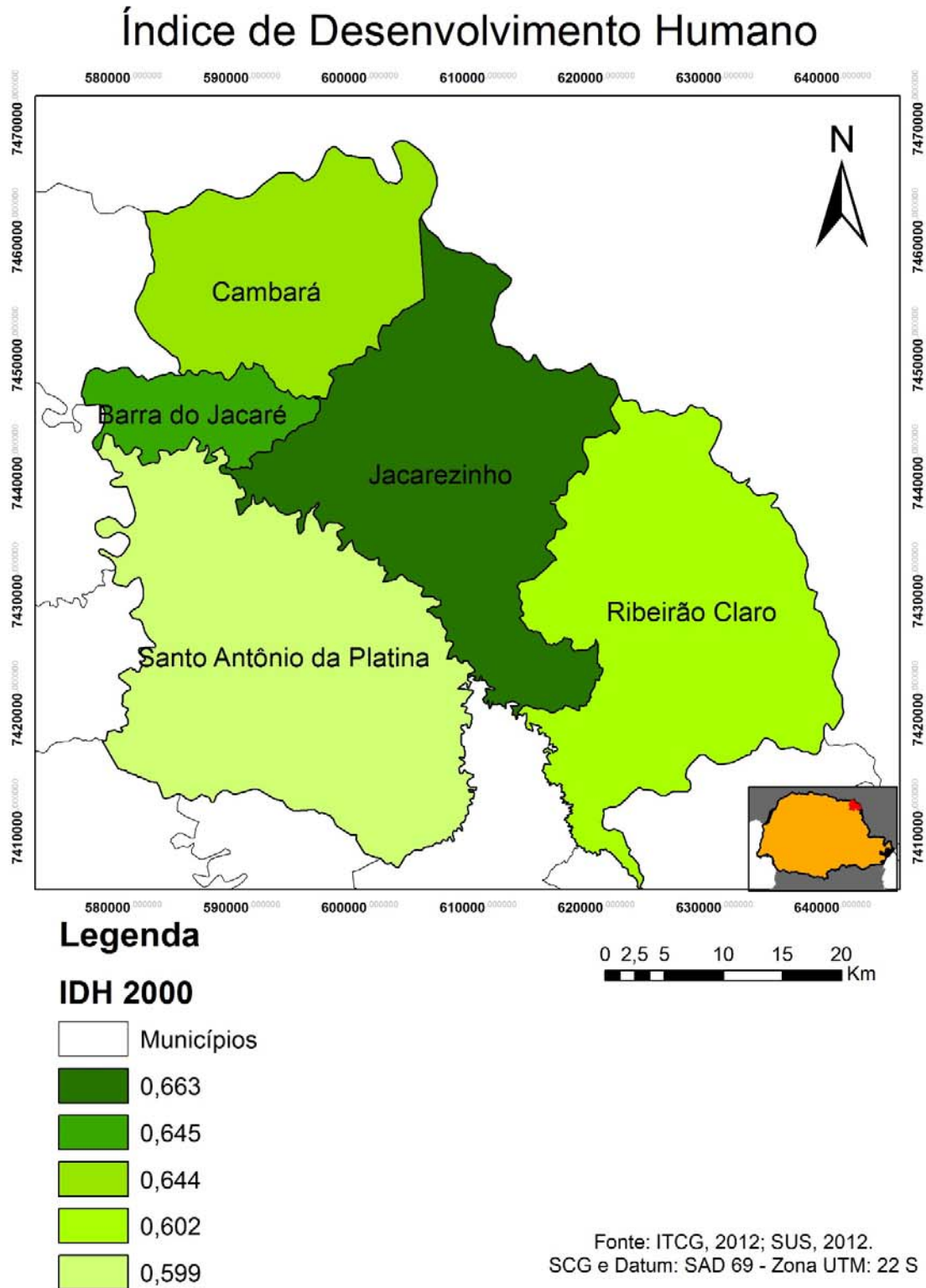
Fonte: IBGE, (2010).

Estes municípios por oferecerem uma estrutura melhor, polarizam em si, as populações de cidades vizinhas, ofertando bens e serviços das mais variadas formas. As cidades de Jacarezinho, Cambará e Santo Antônio da Platina, são as que mais exercem esta atração.

O índice de IDH para os municípios do Norte da regional no ano 2000 está representado pela (Figura 8), e (Figura 9) onde é capaz de verificar que

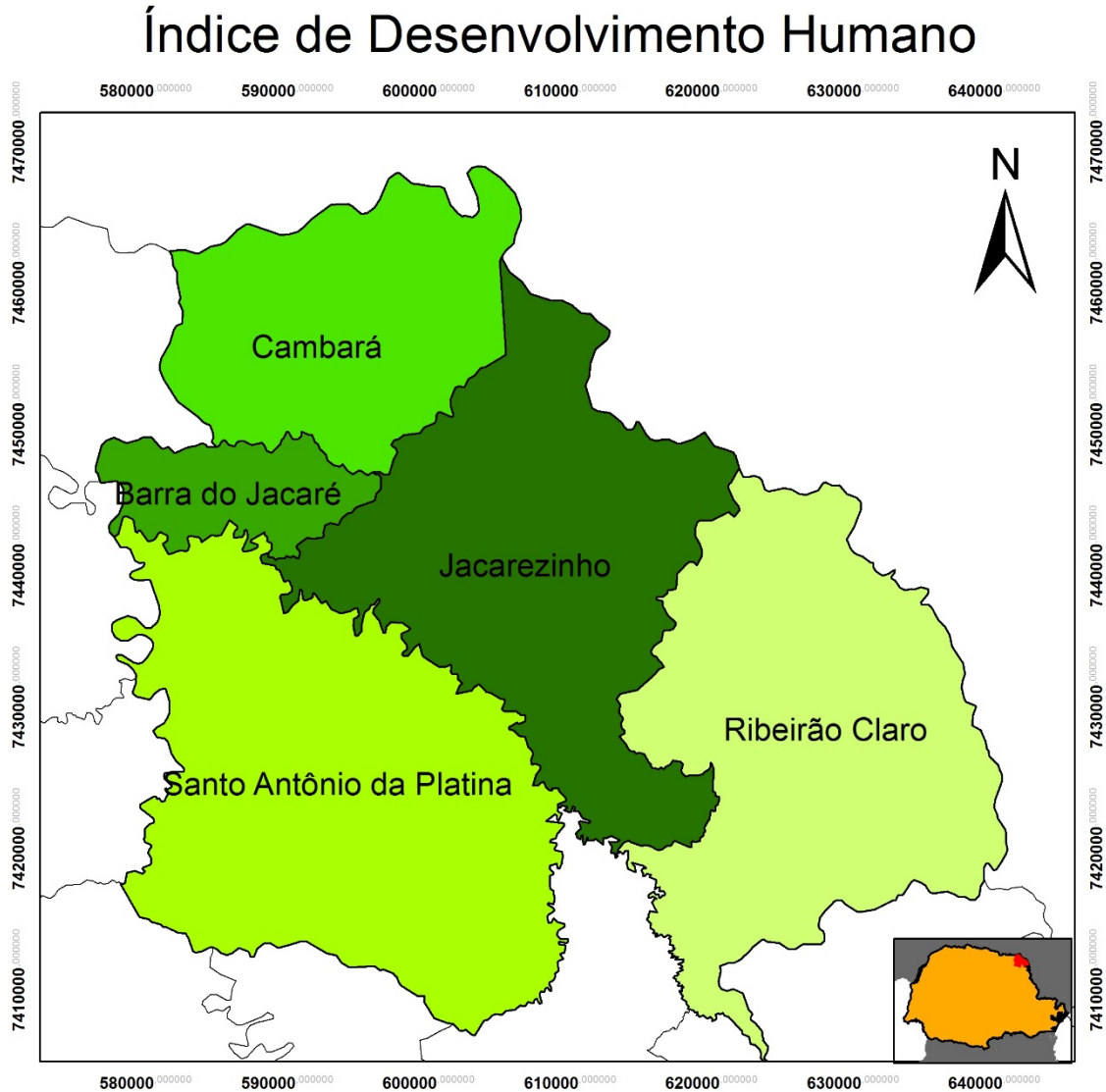
em dez anos houve evolução em seu valor, crescendo números significativos na educação, longevidade e renda. Posteriormente, quando da análise espacial, verificar-se-á detalhadamente a questão da saúde atrelada aos índices para se investigar o significado dos agravos à saúde da coletividade pesquisada.

Figura 8 - Distribuição do IDH no ano 2000 nos municípios da Porção Norte da 19ª RSJ.



Fonte: ITCG, IPARDES, (2010).

Figura 9 - Distribuição do IDH no ano de 2010 nos municípios da Porção Norte da 19ª RSJ.



Legenda

IDH 2010

- Municípios
- 0,743
- 0,727
- 0,721
- 0,718
- 0,716

0 2,5 5 10 15 20 Km

Fonte: ITCG, 2012; SUS, 2012.
SCG e Datum: SAD 69 - Zona UTM: 22 S

Fonte: ITCG, IPARDES (2010).

De qualquer forma, o IDHM pode servir de indício para situações que possam ser constatadas em meio à análise espacial dos agravos à saúde da população local bem como um sintoma (quando analisado de forma detalhada) das condições de saúde na população.

Enfim, ao mesmo em que resulta de uma dinâmica socioeconômica local, também revela indiretamente as localidades que necessitam de uma maior atenção acerca das possibilidades das condições de saúde às quais a população possa estar sujeita, levantando questionamentos a respeito das possíveis ocorrências anormais no que tange tanto o aspecto hidrogeoquímico das águas subterrâneas que serão analisadas como também nos casos de óbitos relacionados, presumivelmente, às anomalias hidrogeoquímicas locais.

5.1 A 19ª REGIONAL DE SAÚDE DE JACAREZINHO-PR

A Porção Norte da 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho-PR, possui uma população total de 119.603 habitantes aproximadamente (Tabela 4), onde em torno de 116 mil pessoas utilizam água do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) diariamente, o consumo está expandindo, e também o crescimento populacional (IPARDES, 2010).

Com isso, destaca-se que a população da Regional, encontra-se concentrada nos municípios da Porção Norte, dentre eles: Jacarezinho, Santo A. da Platina, Cambará, Ribeirão Claro e Barra do Jacaré. Com uma quantidade maior de habitantes, a exigência de recursos hídricos também é maior.

As populações das cidades vizinhas movimentam-se para as cidades maiores em função do grau de desenvolvimento, movimentos pendulares (Trabalho x Casa), serviços médicos ou comerciais, inclusive justamente na Porção Norte está a maior quantidade de estabelecimentos de saúde da Regional.

Tabela 4 – Quantidade de habitantes nos municípios da 19ª RSJ 2010.

<i>Município</i>	<i>População</i>
Barra do Jacaré	2.728
Cambará	24.060
Jacarezinho	39.045
Ribeirão Claro	10.645
Santo Antônio da Platina	43.125
Total	119.603

Fonte: IBGE, (2010).

Segundo o IBGE 2010, a Regional está distribuída por uma área de 7.694.272 km², sendo que sua densidade demográfica está em torno de 37,05 hab/km² (IBGE, 2010). Na (Figura 10) constata-se a distribuição da população na área da regional bem como percebe-se os municípios com maior concentração populacional.

Analisando as características hidrogeoquímicas das águas subterrâneas, da 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho (PR), possivelmente revelará se o Sistema Aquífero Serra Geral (que fornece água para a população e as ligações hidrogeoquímicas, no interior desta localização espacial) pode relacionar-se com a saúde do coletivo populacional.

Outra questão importante será a composição nos mapas de área onde ocorre a presença de certas doenças na população e na sua sobreposição em mapas com a presença de elementos químicos, para obter as possíveis áreas de risco na área da Regional de Saúde.

A Porção Norte da 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho com sua sede neste município é composta pelas seguintes cidades: Cambará; Barra do Jacaré; Ribeirão Claro; Santo Antônio da Platina que fazem parte da Porção Norte (Figura 11).

O Estado do Paraná é composto por 22 regionais de saúde, elas estão em uma instância administrativa intermediária da Secretária de Estado da Saúde/Instituto de Saúde do Estado do Paraná (SESA/ISEP), e compete a esta regular, controlar, avaliar e acompanhar o sistema Estadual de Saúde (PARANÁ, 2013).

Neste sentido, as regionais de saúde realizam as operações de apoiar, cooperar, criar técnicas e investimentos nos municípios consorciados, e seu objetivo é “ [...] desenvolver a inteligência necessária para apoiar o município em

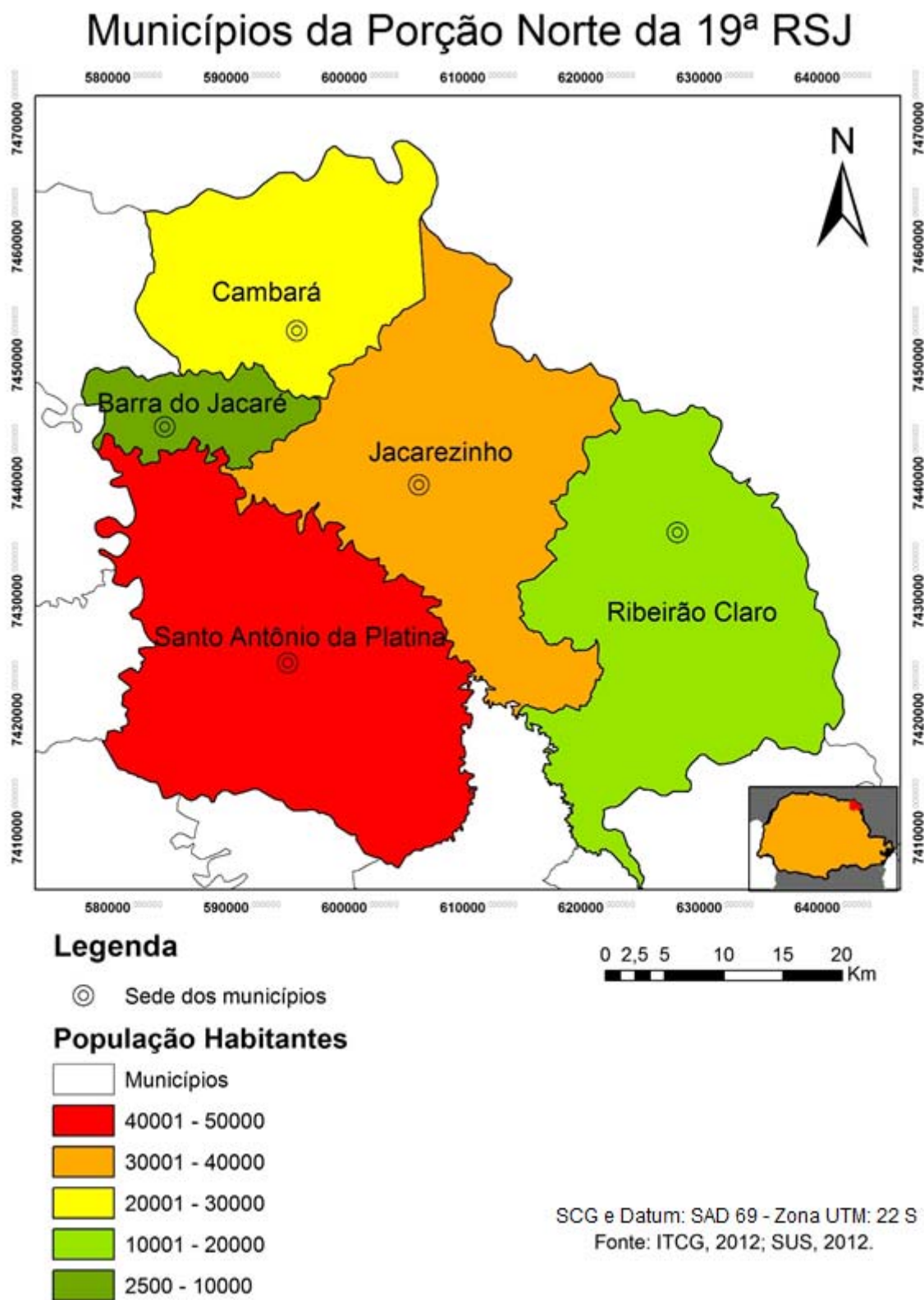
todas as áreas e para influenciar na gestão das regionais, fomentando a busca contínua e crescente da eficiência com qualidade” (PARANÁ, 2013).

A área da porção Norte da Regional de Saúde é composta por 5 municípios, possui uma grande abrangência no Estado, na (Figura 9) verificam-se os municípios da Porção Norte e a sua população.

Retomando a questão da água subterrânea nesta área, verifica-se que os Aquíferos Serra Geral e Guarani, encontram-se sobrepostos, sendo que o Guarani encontra-se confinado abaixo do Sistema Serra Geral, com variações em suas profundidades (ROSA FILHO et al., 2011).

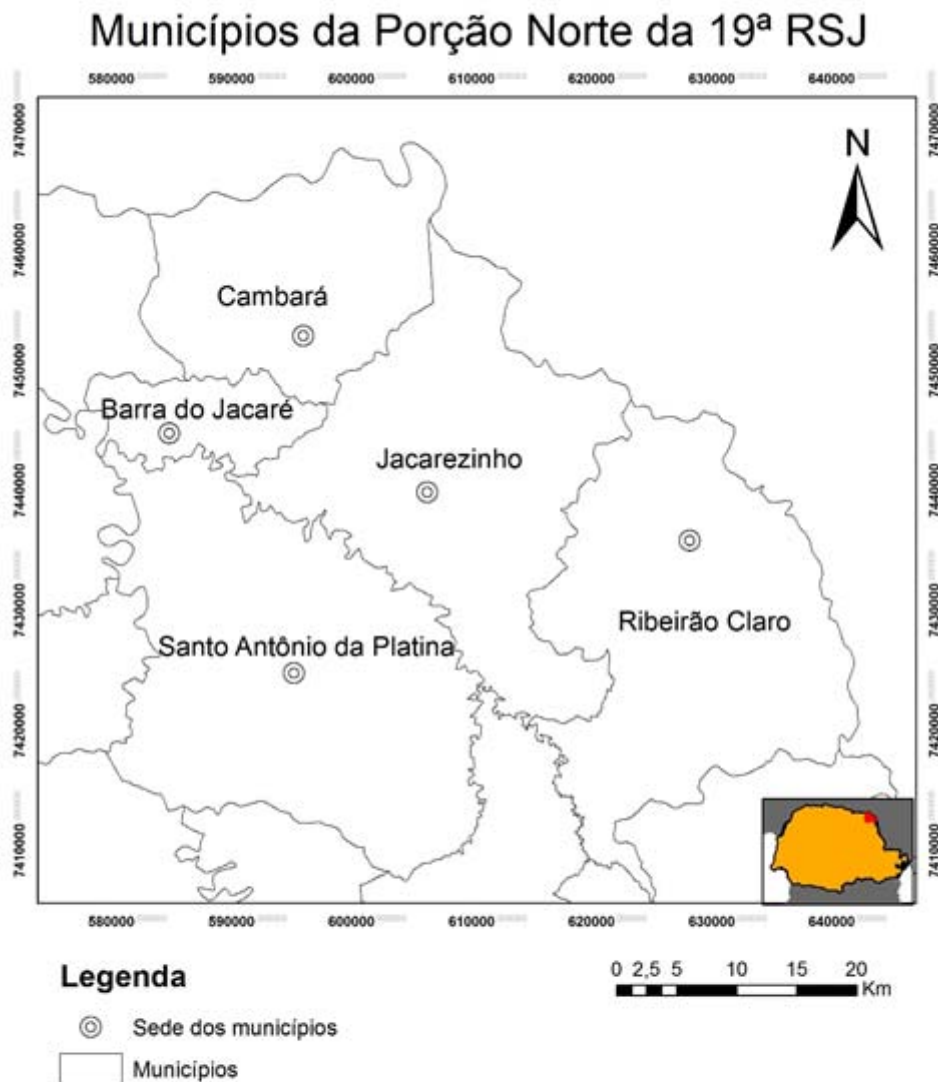
Sendo assim pretende-se através de coletas e de análises, verificar se há presença de metais pesados ou também excesso nas dosagens de elementos químicos, distribuídos nas águas consumidas pela população.

Figura 10 - Distribuição da população na porção Norte da 19ª RSJ.



Fonte: ITCG, IPARDES (2012).

Figura 11 – Municípios e suas Sedes na porção Norte da 19ª RSJ.



Fonte: ITCG, (2012).

Com isso, a Porção Norte da Regional por ser mais industrializada corre o risco de existir a contaminação ambiental, conforme afirma HIRATA (1993), “[...] pela própria dificuldade em se obter dados concretos da situação em que se encontram as indústrias em relação à possível contaminação dos mananciais subterrâneos”.

5.2 DADOS DE SAÚDE DOS MUNICÍPIOS

As doenças pesquisadas através das Tabelas 5, 6, 7, 8, e 9, e poderão fornecer as informações necessárias para a possível conexão doenças e elementos químicos, conforme Santos & Noronha demonstram, “A relação entre os lugares e a produção de doenças resultam de um acúmulo de situações históricas, ambientais e sociais”, com isso pode-se verificar que “[...] para o diagnóstico das condições de vida, é necessário a construção de indicadores que detectem os diferencias de risco a saúde” (SANTOS & NORONHA, 2001, p. 1100).

A seguir fora montada uma Tabela para cada município da Regional e nesta demonstramos a quantidade de casos de óbitos ocorridos no período de 2000 a 2010, dados estes provenientes do Sistema Único de Saúde (SUS), com as doenças cadastradas na Classificação Internacional de Doenças (CID). Destaca-se ainda a abreviatura utilizada neste trabalho, em específico, junto às denominadas doenças.

- 1 - Doenças do aparelho circulatório (DAC)
- 2 - Doenças do aparelho respiratório (DAR)
- 3 - Doenças do aparelho digestivo (DAD)
- 4 - Doenças do sistema nervoso (DSN)
- 5 - Doenças do aparelho geniturinário (DAG)
- 6 - Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas (DENM)
- 7 - Neoplasia (tumores)
- 8 - Transtornos mentais e comportamentais (TMC)

Assim as Tabelas representam os óbitos segundo causa básica da cidade de Jacarezinho (Tabela 5); Ribeirão Claro (Tabela 6); Santo Antônio da Platina (Tabela 7); Cambará (Tabela 8) e Barra do Jacaré (Tabela 9).

Tabela 05 – Óbitos segundo causa básica – Jacarezinho (PR) – 2000 a 2010

Capítulo CID – 10	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	14	8	23	12	14	24	14	19	25	13	19
II. Doenças do aparelho circulatório	115	94	108	113	106	95	106	106	133	106	127
III. Doenças do aparelho respiratório	34	26	43	34	39	39	41	25	41	35	35
IV. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
V. Doenças do aparelho digestivo	26	19	18	14	18	18	14	13	30	24	29
VI. Doenças do sistema nervoso	3	5	6	4	4	4	6	6	8	7	6
VII. Doenças do aparelho geniturinário	3	5	4	3	10	10	10	8	6	5	10
VIII Doenças endócrinas nutricionais metabólicas	29	21	20	17	23	23	19	22	16	18	23
IX. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár	2	3	1	3	4	4	0	0	0	2	3
X. Doenças sist. Osteomuscular e tec conjuntivo	1	0	0	3	2	2	1	1	0	1	5
XI. Malf cong deformid e anomalias cromossômicas	1	1	3	1	1	1	5	3	1	1	1
XII. Neoplasias	39	34	38	42	34	34	35	52	56	42	42
XIII. Algumas afec originadas no período perinatal	12	10	5	8	6	6	6	4	7	11	8
XIV. Transtornos mentais comportamentais	3	6	13	7	7	7	5	7	9	7	8

Fonte: SESA/PR, (2012). Org.: NASCIMENTO, R. E., 2012.

Tabela 06 – Óbitos segundo causa básica – Ribeirão Claro (PR) – 2000 a 2010

Capítulo CID – 10	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	3	5	3	9	6	4	3	5	2	9	3
II. Doenças do aparelho circulatório	32	38	30	44	41	38	36	37	37	26	31
III. Doenças do aparelho respiratório	10	13	9	8	6	8	12	13	11	12	9
IV. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V. Doenças do aparelho digestivo	4	3	5	8	7	6	2	5	0	10	3
VI. Doenças do sistema nervoso	1	2	0	3	0	4	0	3	3	0	2
VII. Doenças do aparelho geniturinário	3	0	2	0	4	0	1	2	1	1	1
VIII Doenças endócrinas nutricionais metabólicas	6	5	6	3	5	3	2	4	3	4	0
IX. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0
X. Doenças sist. Osteomuscular e tec conjuntivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XI. Malf cong deformid e anomalias cromossômicas	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
XII. Neoplasias	6	17	15	6	13	9	14	10	17	16	17
XIII. Algumas afec originadas no período perinatal	3	4	4	5	2	2	2	1	0	2	0
XIV. Transtornos mentais comportamentais	1	2	0	1	4	1	1	4	3	1	5

Fonte: SESA/PR, (2012). Org.: NASCIMENTO, R. E., 2012.

Tabela 07 – Óbitos segundo causa básica – Santo Antônio da Platina (PR) – 2000 a 2010

Capítulo CID – 10	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	15	7	14	17	13	18	18	10	26	15	16
II. Doenças do aparelho circulatório	133	109	127	120	144	107	105	100	105	126	110
III. Doenças do aparelho respiratório	37	54	39	35	24	27	28	26	41	42	37
IV. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	0	0	0	0	1	0	0	2	1	4	0
V. Doenças do aparelho digestivo	23	18	21	24	14	11	17	10	20	14	10
VI. Doenças do sistema nervoso	6	3	3	2	5	10	7	5	5	3	12
VII. Doenças do aparelho geniturinário	7	4	0	3	5	3	5	1	9	3	6
VIII Doenças endócrinas nutricionais metabólicas	18	17	18	17	13	14	10	19	18	20	25
IX. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár	0	1	2	1	0	2	1	1	4	4	3
X. Doenças sist. Osteomuscular e tec conjuntivo	1	0	2	1	1	0	0	2	0	2	0
XI. Malf cong deformid e anomalias cromossômicas	3	1	0	1	3	2	3	3	2	3	3
XII. Neoplasias	35	30	31	45	41	52	30	45	37	42	41
XIII. Algumas afec originadas no período perinatal	12	9	15	7	11	12	7	9	3	4	6
XIV. Transtornos mentais comportamentais	0	4	4	2	3	4	3	5	6	8	4

Fonte: SESA/PR, (2012). Org.: NASCIMENTO, R. E., 2012.

Tabela 08 – Óbitos segundo causa básica – Cambará (PR) – 2000 a 2010

Capítulo CID – 10	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	5	5	10	5	9	3	5	9	4	4	3
II. Doenças do aparelho circulatório	66	84	66	65	58	73	67	64	73	61	75
III. Doenças do aparelho respiratório	22	18	16	22	20	16	18	24	21	21	24
IV. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
V. Doenças do aparelho digestivo	9	10	13	15	9	17	7	12	7	14	6
VI. Doenças do sistema nervoso	1	3	4	2	4	4	4	3	0	7	6
VII. Doenças do aparelho geniturinário	1	5	7	4	6	2	2	4	4	1	5
VIII Doenças endócrinas nutricionais metabólicas	6	8	10	16	6	8	11	11	12	13	7
IX. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár	3	2	0	2	0	1	2	1	2	0	0
X. Doenças sist. Osteomuscular e tec conjuntivo	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
XI. Malf cong deformid e anomalias cromossômicas	3	0	2	2	2	2	3	0	0	1	0
XII. Neoplasias	25	23	26	29	21	41	32	26	47	30	40
XIII. Algumas afec originadas no período perinatal	5	5	3	4	1	2	5	1	0	0	0
XIV. Transtornos mentais comportamentais	3	2	1	3	0	5	0	2	4	2	1

Fonte: SESA/PR, (2012). Org.: NASCIMENTO, R. E., 2012.

Tabela 09 – Óbitos segundo causa básica – Barra do Jacaré (PR) – 2000 a 2010

Capítulo CID – 10	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
II. Doenças do aparelho circulatório	5	4	5	5	5	4	9	9	8	0	7
III. Doenças do aparelho respiratório	2	2	1	2	2	1	2	1	2	3	0
IV. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V. Doenças do aparelho digestivo	0	1	0	2	0	0	4	1	0	2	1
VI. Doenças do sistema nervoso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII. Doenças do aparelho geniturinário	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0
VIII Doenças endócrinas nutricionais metabólicas	1	1	0	1	2	2	0	2	3	1	2
IX. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X. Doenças sist. Osteomuscular e tec conjuntivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XI. Malf cong deformid e anomalias cromossômicas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XII. Neoplasias	3	1	3	5	3	4	1	8	1	2	3
XIII. Algumas afec originadas no período perinatal	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
XIV. Transtornos mentais comportamentais	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: SESA/PR, (2012). Org.: NASCIMENTO, R. E., 2012.

5.3 ANÁLISE DOS DADOS DE SAÚDE DO DATASUS PARA OS MUNICÍPIOS

Conforme diversos estudos, alguns metais pesados relacionam-se com doenças que ocorrem frequentemente, como câncer, doenças no aparelho circulatório ou até mesmo sistema nervoso, portanto serão discutidas as doenças tais como: Transtornos mentais e comportamentais (TMC); Doenças do aparelho geniturinário (DAG); Doenças do aparelho respiratório (DAR); Doenças do aparelho digestivo (DAD) e Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas (DENM).

Na avaliação dos dados, nota-se que os principais casos estão relacionados às Doenças do Aparelho Circulatório (DAC), que ocorreram nas cidades de Ribeirão Claro, Cambará e Jacarezinho estas morbidades foram as que mais apresentaram os casos de óbitos em torno de 42,15% em relação a toda a Regional de saúde, as ocorrências neoplásicas ficaram com o segundo maior índice na Regional com 11,46% dos casos.

Portanto, os padrões que ocorrem em certas doenças levantam questões sobre as suas causas, o que poderiam causar esta morbidade, e se isto está restrito a certa área, e isso leva a procurar as correlações que estariam atuando nesta área para que isto ocorra, assim a interligação das características físico-química das águas é fundamental para que a análise espacial ocorra.

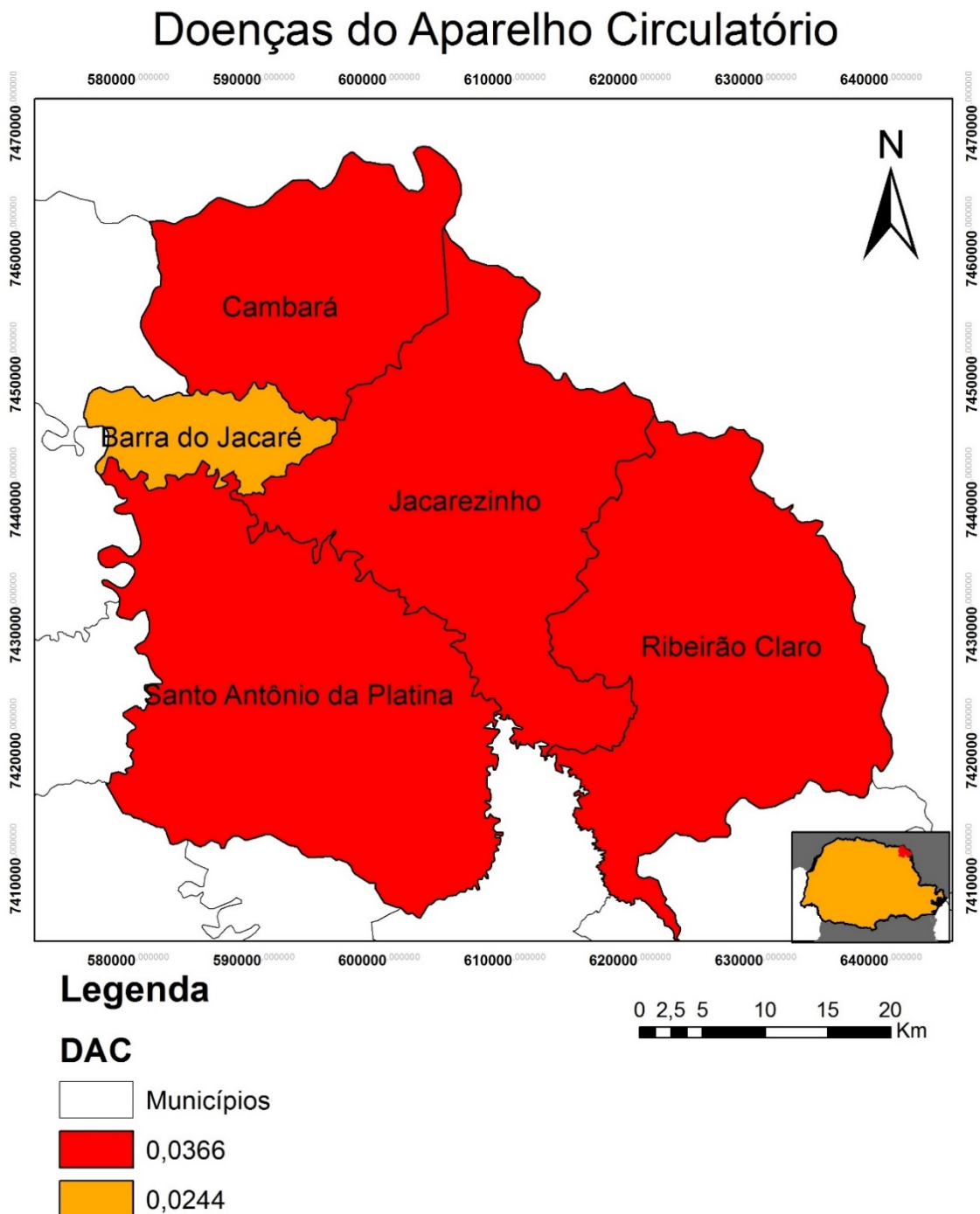
As cidades possuem alguns estabelecimentos de atendimento médico e internações, mas as cidades de Jacarezinho e Santo Antônio da Platina são as que mais concentram os estabelecimentos médicos na Regional, com 67,47% a mais do que a soma dos outros três municípios da Regional, sendo assim a maior parte dos atendimentos ocorrem nestas cidades, conforme verifica-se na Tabela 10.

Tabela 10 - Estabelecimentos de Saúde na Porção Norte, 19ª RSJ

<i>Municípios</i>	<i>Público Estadual</i>	<i>Municipal</i>	<i>Privado</i>
Jacarezinho	01	07	15
S. A. da Platina	01	08	24
Cambará	00	07	06
Ribeirão Claro	00	06	06
Barra do Jacaré	00	01	00
Total	02	29	51

Fonte: IBGE, (2010).

Figura 12. Distribuição das Doenças do Aparelho Circulatório pelo índice proporcional da Porção Norte da 19ª RSJ.



Fonte: ITCG, 2012; SUS, 2012.
SCG e Datum: SAD 69 - Zona UTM: 22 S

Fonte: ITCG, SUS (2012).

As Doenças do Aparelho Circulatório (Figura 12), segundo CESSE, (2009, p.491), “correspondem a primeira causa de óbito em todas as regiões do país, em ambos os sexos, sendo responsáveis por 31,8% do total de óbitos e 10% das internações”. Após se aplicar o índice Proporcional para se verificar a maior incidência dentro da nossa regional verificou-se que, a cidade Ribeirão Claro esta com o maior índice e depois acompanhadas por Cambará, Jacarezinho e Santo Antônio da Platina e com o menor índice está a Barra do Jacaré.

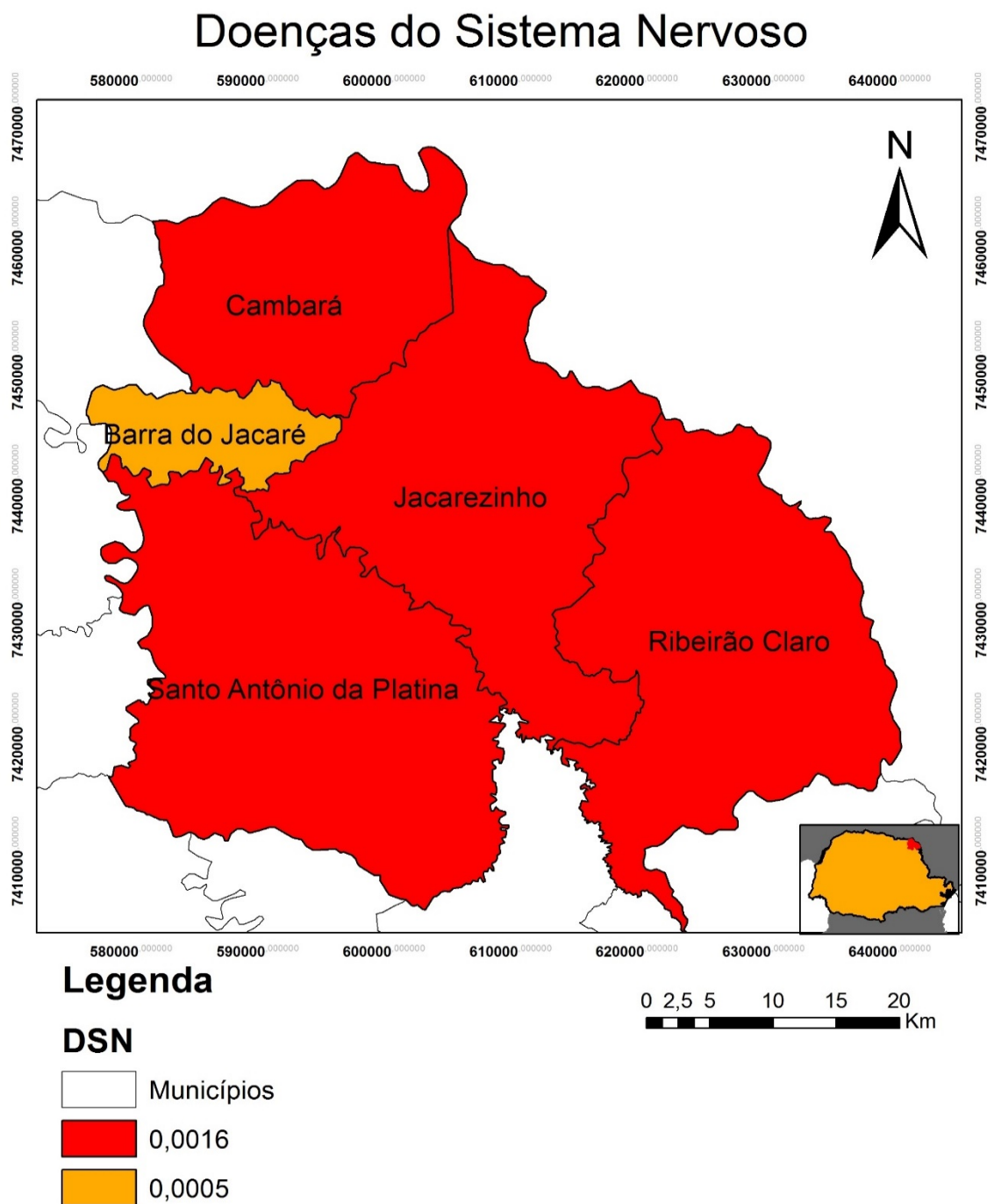
Com isso, durante os anos pesquisados os índices por morte relacionados as doenças do aparelho circulatório foi o que mais ocorreu comparado a todas as outras doenças no mesmo município, durante o mesmo período as DAC alcançaram 44,4% de todos os óbitos, é um número significativo devido ao fato das Neoplasias que foi o segundo maior caso estar somente com 13,4 % dos óbitos.

As Doenças do Sistema Nervoso (Figura 13) ocorreram com maior índice em Ribeirão Claro depois Cambará com o índice aproximado estão Jacarezinho e Santo Antônio da Platina e por último Barra do Jacaré.

As doenças do sistema nervoso em que o Bário poderia provocar certos efeitos de mudança no ritmo cardíaco, com a elevação da pressão arterial envolvendo o sistema nervoso, incluindo, gânglios, nervos, cérebro e medula, a doença apresenta-se com fortes variações durante os anos da pesquisa, chegando a 16,67%, entre a máxima e mínima. No ano 2000 aconteceram 6 casos, caindo 50% nos anos subsequentes, e o mínimo de 2 óbitos em 2003, o índice sobe para 5 casos em 2004, aumenta em 100% para 2005 e comporta-se moderado até 2010, onde surgem 12 óbitos.

As DSN ocorreram de forma modesta, com (59) casos no total, no mínimo de (3) casos e o máximo de (8) óbitos em 2008.

Figura 13. Distribuição das Doenças do Sistema Nervoso pelo índice proporcional da 19ª RSJ.



Fonte: ITCG, 2012; SUS, 2012.
SCG e Datum: SAD 69 - Zona UTM: 22 S

Fonte: ITCG, SUS (2012).

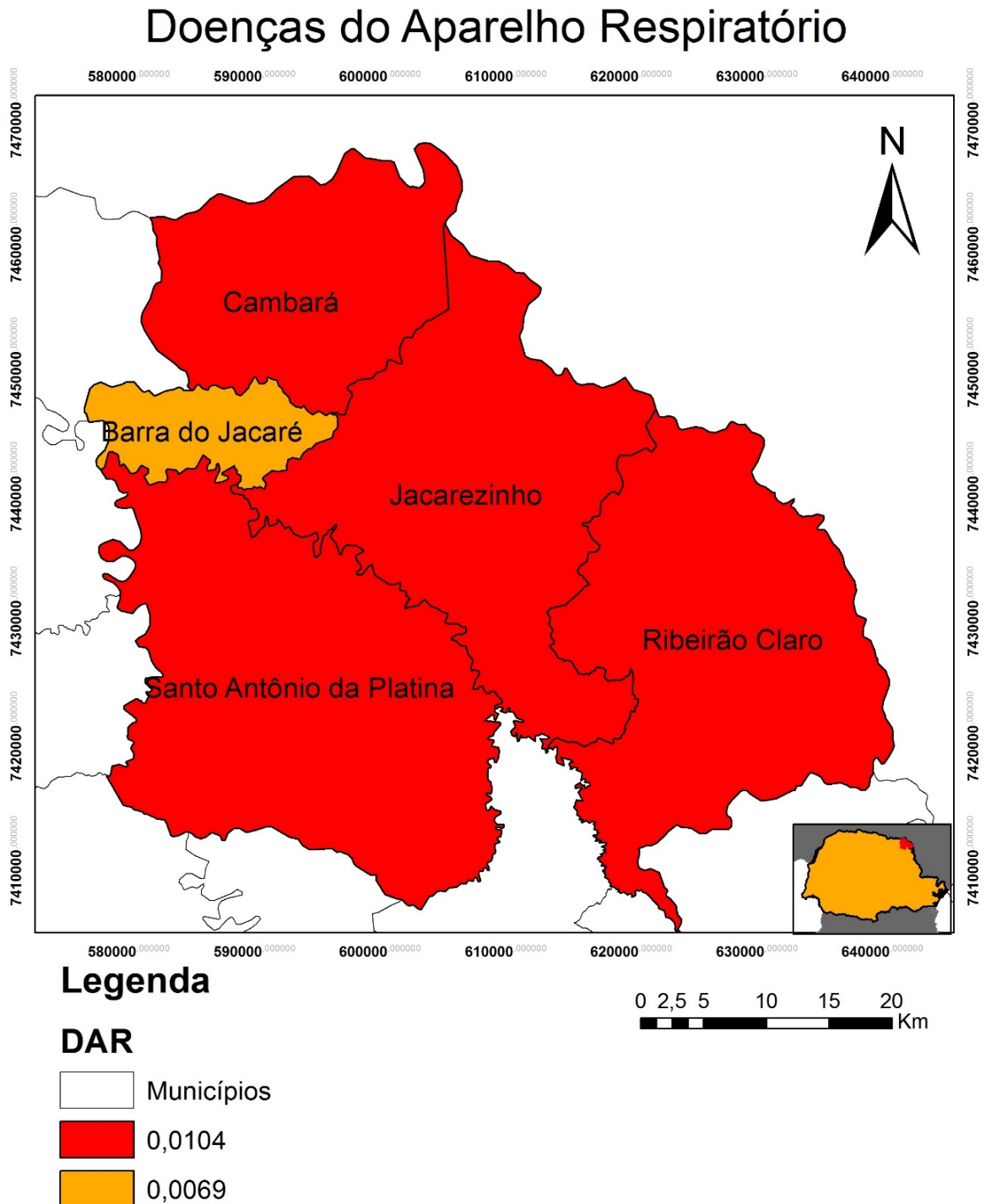
As principais Doenças do Sistema Nervoso são: Alzheimer, meningites, acidente vascular cerebral (AVC), Parkinson, poliomielite e esclerose múltipla, nesta distribuição proporcional, ocorreram com maior frequência nos municípios de Ribeirão Claro, Cambará e Jacarezinho seguidos por Santo Antônio da Platina e Barra do Jacaré.

As DAR em índice proporcional estão dispostas na (Figura 14) e sua distribuição ficou muito equiparada entre quatro cidades com o índice aproximado e somente a Barra do Jacaré com o índice menor e em uma posição isolada.

Alguns dos fatores podem estar relacionados a idade, conforme projeções, estas indicam “que entre os países com maior população idosa em 2025, cinco serão países em desenvolvimento incluindo o Brasil com um número de 27 milhões de pessoas com mais de 60 anos de idade”. Geralmente os óbitos por doença do aparelho respiratório aumentam com a idade em ambos os sexos e com isso faz com que as internações por DAR causam grandes volumes de internações hospitalares (COSTA et al., 2000, p.24).

Este fato no idoso pode ser explicado em parte, pela diminuição progressiva das funções pulmonares, determinada pela perda da elasticidade pulmonar, da capacidade vital do volume expiratório forçado e da diminuição do reflexo da tosse (FRANCISCO et al., 2003).

Figura 14. Distribuição das Doenças Aparelho Respiratório proporcional da 19ª RSJ.



Fonte: ITCG, 2012; SUS, 2012.
SCG e Datum: SAD 69 - Zona UTM: 22 S

Fonte: ITCG, SUS (2012).

No caso das neoplasias, pode-se destacar o papel preponderante que os elementos químicos tóxicos perpetuam na ocorrência de câncer entre a população exposta a estes contaminantes. Em estudo realizado na Baixada Santista, Estado de São Paulo, Guimarães (2005), verificou uma série de correlações agentes químicos carcinogênicos e os casos de câncer colorretal.

Assim como indica Guimarães (2005):

[...] o excesso de mortalidade por câncer colorretal na área industrializada da Baixada Santista, relacionando-o com a exposição populacional a numerosos agentes químicos carcinogênicos orgânicos (hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos clorados) e metais pesados (cádmio, cromo e níquel) presentes na região (MEDRADO-FARIA, 1999 apud GUIMARÃES, 2005, p. 6).

Além dos óbitos advindos deste tipo de câncer, havia também os diversos tipos de câncer que atuavam sobre o sistema nervoso. Em relação aos mesmos, constatou-se no Sistema Nervoso o “[...] câncer de cérebro ou câncer de outras estruturas nervosas, ou ainda em alguns tecidos, como astrocitomas, glioblastomas, gliomas e meningiomas [...]” (MEDRADO-FARIA, 2000, apud GUIMARÃES, 2005, p. 6).

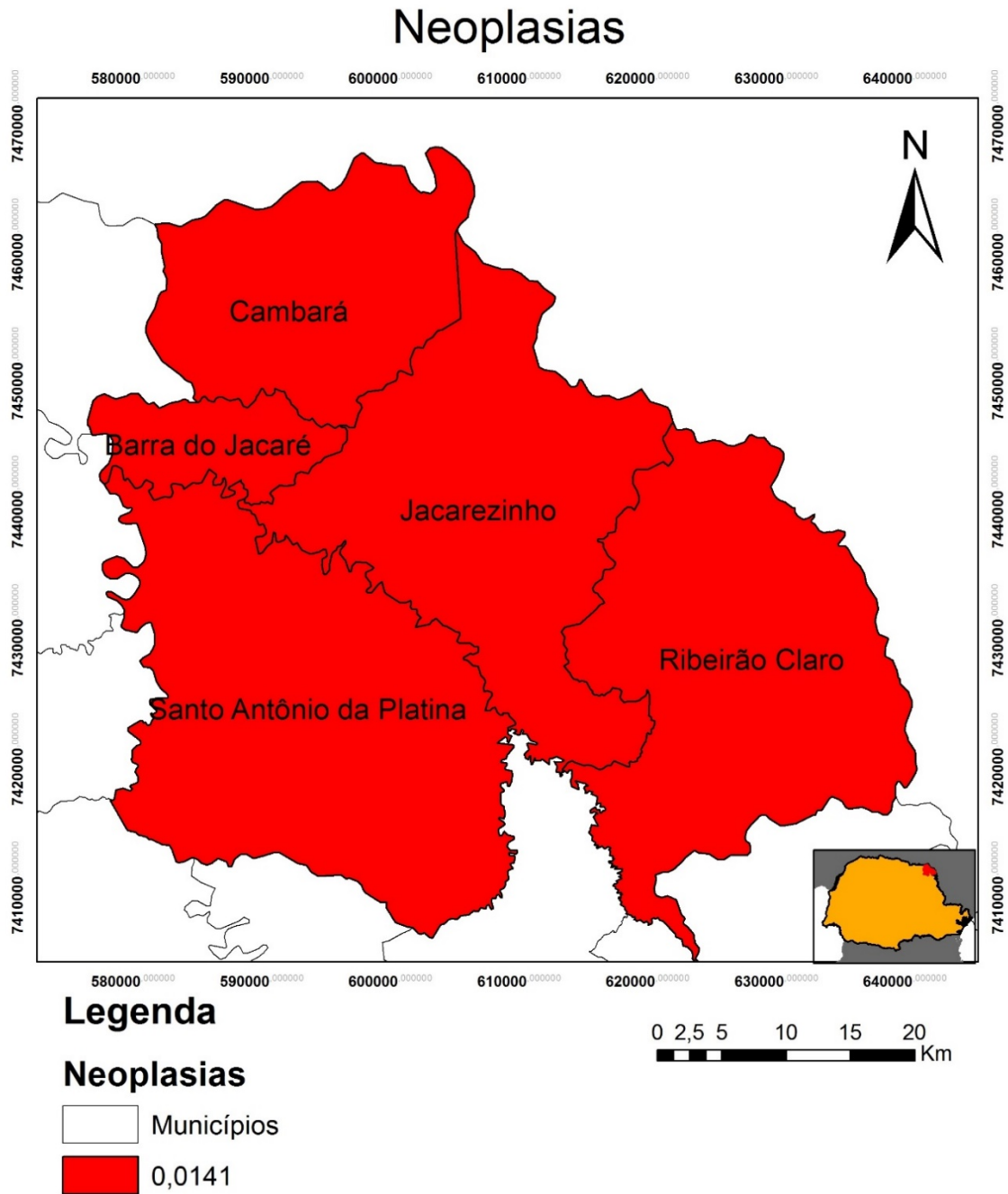
Ainda reforçando a questão espacial, relacionando com as doenças, Pinto & Curi (1991, p. 275) demonstrou que “tendências no risco de morte por câncer em relação ao tempo, a possível presença de correlações entre o aumento ou a diminuição da mortalidade com o aparecimento, aumento ou diminuição de algum fator ambiental concomitante e a comparação das taxas de mortalidade entre diferentes países, regiões ou grupos de populações”.

Segundo pesquisas realizadas nos anos 80 demonstravam que aumentavam os índices em relação as Neoplasias.

Análises complementares evidenciaram tendência de crescimento das taxas de mortalidade para as neoplasias malignas da próstata (17,74%), da traquéia/brônquio/pulmão (15,22%), da mama (11,32%), do pâncreas (10,23%), do cólon (8,08%), do colo uterino (6,45%), e da laringe (6,36%). Houve redução da mortalidade por neoplasias benignas/carcinoma “in situ” / outras (27,37%), por neoplasias malignas no reto sigmoide/ânus (7,67%), do estômago (5,31%), de outro local do útero não especificado (2,56%), por leucemia (0,70%) e por neoplasias malignas do esôfago (0,44%). As neoplasias malignas do estômago foram a principal causa de morte por câncer no Brasil” (PINTO & CURI, 1991, p.276).

Os casos de Neoplasias (Figura 15) estão dispersos por Ribeirão Claro e Cambará, Barra do Jacaré, Jacarezinho e Santo Antônio da Platina, apresentaram-se com o total de (1430) casos, durante os anos da pesquisa, 9,79% dos casos ocorreram em Ribeirão Claro, com uma média de (14) casos por mês, observa-se que no ano 2000 ocorreram (6) casos, e em 2001, foram (17) casos, ou seja um aumento de 35,29% e em 2002 para 2003 decréscimo de 40% nos dados.

Figura 15. Distribuição das Neoplasias pelo índice proporcional da Porção Norte da 19ª RSJ.



Fonte: ITCG, 2012; SUS, 2012.
SCG e Datum: SAD 69 - Zona UTM: 22 S

Fonte: ITCG, SUS (2012).

Com relação as DENM, a cidade de Jacarezinho seguida da Barra do Jacaré apresentaram o maior índice proporcional. Os casos de Jacarezinho no ano 2000 foram de (29), e em 2008 foi o menor número de casos (16), do ano 2000 a 2003 foram somente decréscimos, onde em 2004 e 2005 foram de (23) casos, com baixos e altos revezando nos anos seguintes, 2006 com (19), 2007 com (22), 2008 com (16), 2009 com (18) e finalmente 2010 com (23) casos as outras cidades Santo Antônio da Platina, Ribeirão Claro e Cambará estão com o índice aproximado.

No caso das DENM (Figura 16) verificou-se que a cidade de Jacarezinho ficou com o maior índice proporcional e as outras ficaram em um mesmo patamar Barra do Jacaré, Cambará, Santo Antônio da Platina e Ribeirão Claro com menos casos.

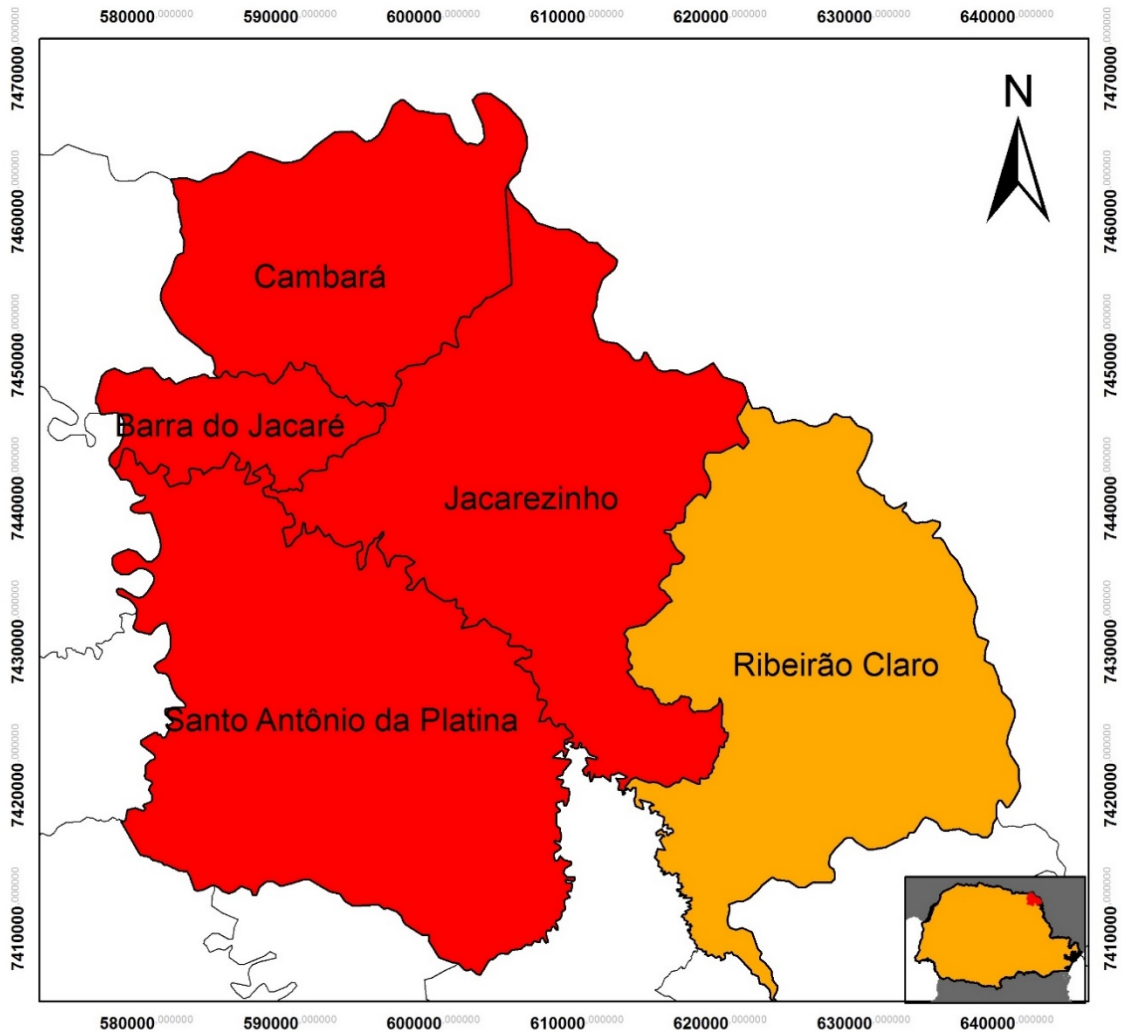
Os TMC (Figura 17) ocorreram com maior índice em Ribeirão Claro e Jacarezinho seguido de Santo Antônio da Platina e no final com Cambará, e Barra do Jacaré, as pessoas com transtornos mentais e comportamentais possuem algum tipo de disfunção cerebral e varia com o grau de comprometimento, embora os transtornos não seja muito efetivo, segundo VIANA et al., (2002), “Embora cause 1% das mortalidades, são responsáveis por mais de 12% da incapacitação decorrente de doenças [...]”.

As TMC, apresentaram o máximo de (13) casos em 2002 e mínimo de (3) casos no ano 2000, está se relacionarmos com o total relativo ao período pesquisado está na casa dos 0,2% dos casos.

Em se falando de DAG (Figura 18), o município de Santo Antônio da Platina apresenta-se na última colocação no índice proporcional, junto as cidades de Barra do Jacaré, Ribeirão Claro e Cambará mantiveram-se com a proporcionalidade aproximada enquanto Jacarezinho apresentou o maior índice para as Doenças do Aparelho Geniturinário, seguindo com Martin et al (2006, p. 58), “as internações cai bastante após os 80 anos, em que os maiores números de agravos registrados foram a hiperplasia e outros transtornos de próstata, bem como outras doenças do aparelho urinário, que, juntas, somam mais de 54%” dos casos de internações nesse grupo de doenças.




Figura 16. Distribuição das Doenças Endócrinas Nutricionais e Metabólicas pelo índice proporcional da Porção Norte da 19ª RSJ.

Doenças Endócrinas Nutricionais e Metabólicas



Legenda

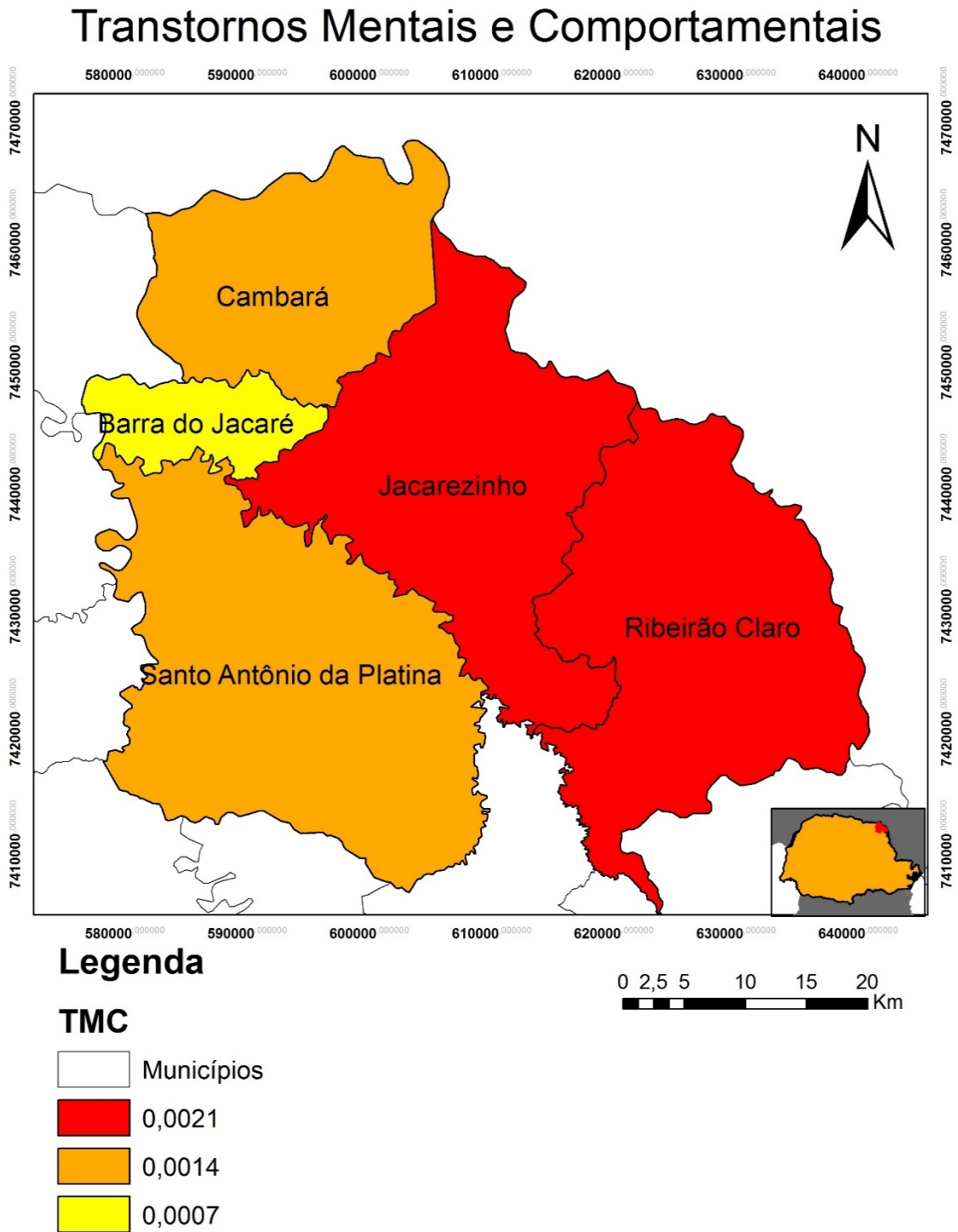
DENM

-  Municípios
-  0,0059
-  0,0039

Fonte: ITCG, 2012; SUS, 2012.
SCG e Datum: SAD 69 - Zona UTM: 22 S

Fonte: ITCG, SUS (2012).

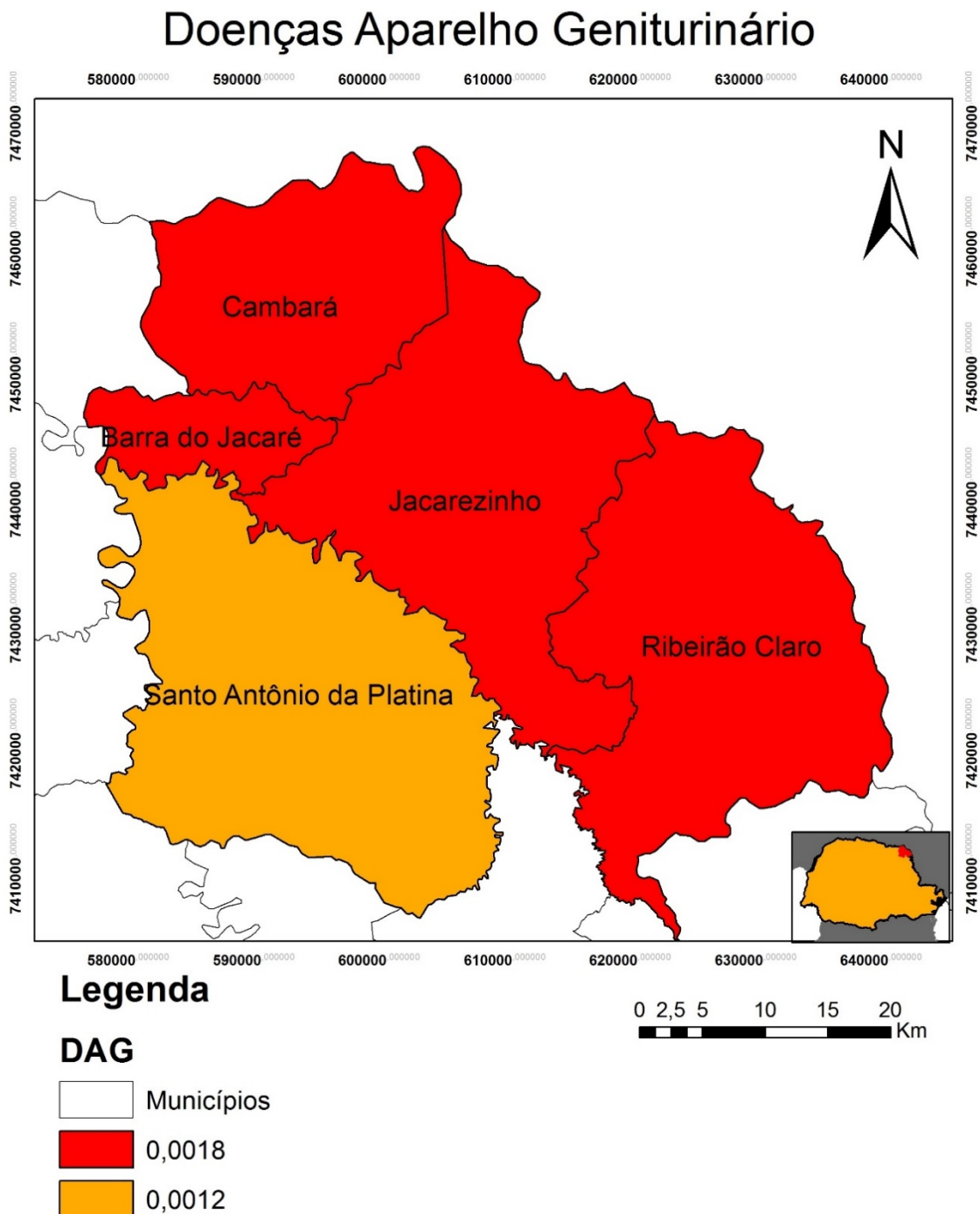
Figura 17. Distribuição dos Transtornos Mentais e Comportamentais pelo índice proporcional da Porção Norte da 19ª RSJ.



Fonte: ITCG, 2012; SUS, 2012.
SCG e Datum: SAD 69 - Zona UTM: 22 S

Fonte: ITCG, SUS (2012).

Figura 18 – Distribuição das Doenças Aparelho Geniturinário pelo índice proporcional da Porção norte da 19ª RSJ.



Fonte: ITCG, 2012; SUS, 2012.
SCG e Datum: SAD 69 - Zona UTM: 22 S

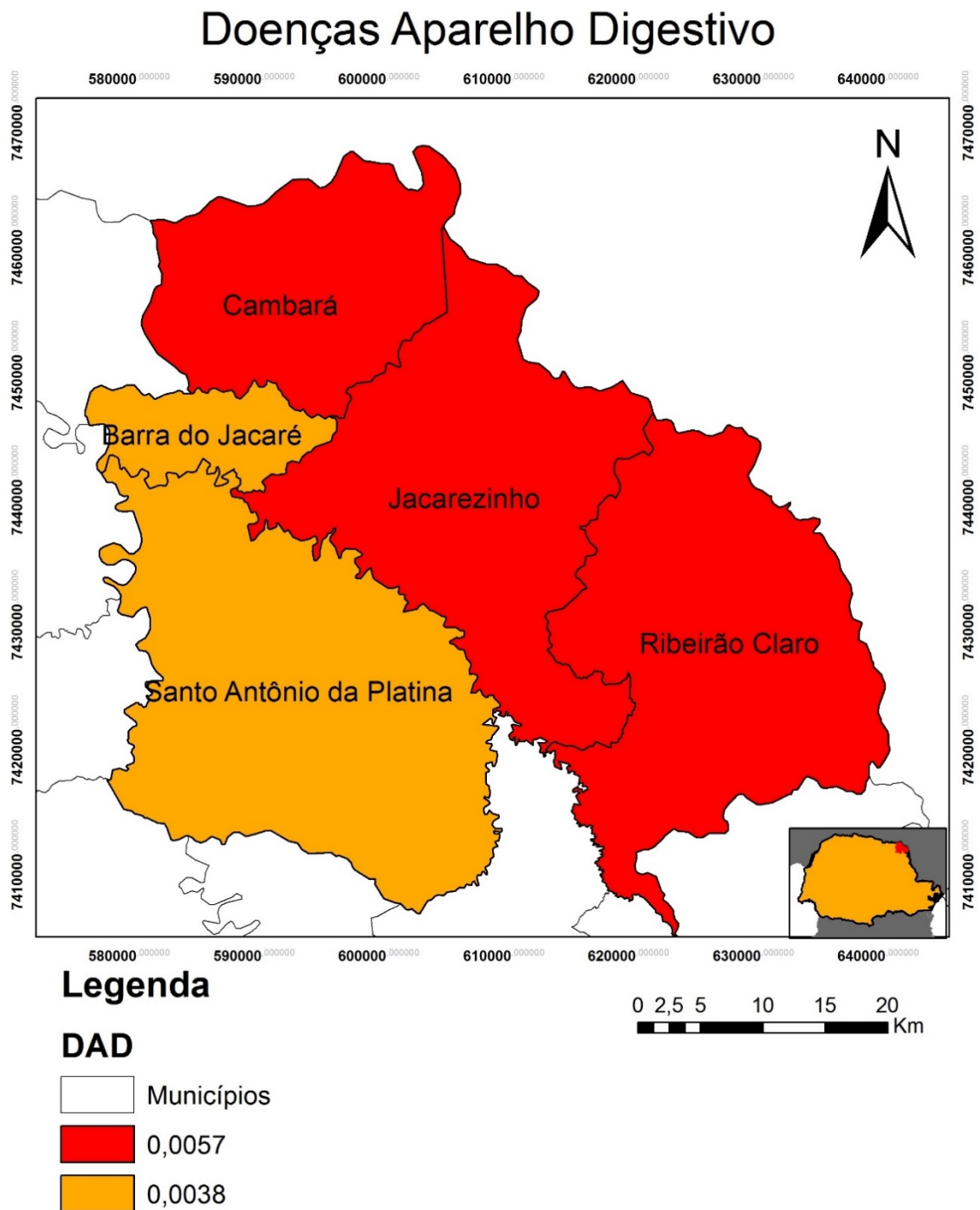
Fonte: ITCG, SUS (2012).

As DAG, nos demonstram números modestos sendo que no ano 2002 não apresentaram nenhum caso, no ano 2000 foram (7) casos, que declinou em 2001 para (4) óbitos, em 2003, 2005 e 2009 foram de (3) casos, em 2004 e 2006 foram de (5) óbitos, em 2007 somente (1) caso registrado, surpreendentemente em 2008 subiu para (9) casos sendo o máximo atingido em 2010 com (6) casos e estes foram os casos registrados para as Doenças do Aparelho Geniturinário.

As DAG também mantiveram-se com números modestos sendo a máxima de (10) casos nos anos de 2005, 2006 e 2010, o mínimo foi em 2000 e 2003 com (3) casos.

As Doenças do Aparelho Digestivo (DAD), ocorreram com maior proporcionalidade na cidade de Jacarezinho (Figura 19), os municípios de Santo Antônio da Platina, Cambará, Ribeirão Claro e Barra do Jacaré mantiveram-se em uma posição equilibrada, ao passo que a cidade de Barra do Jacaré apresentou o menor índice em relação a esta morbidade, e segundo COSTA (et al., 2000, p. 32), “A cirrose hepática e úlcera péptica foram as mais frequentes entre as doenças do aparelho digestivo”. E também citando Martin (et al., 2006, p.60), em pesquisa similar, verificou que a maior incidência foi na faixa etária dos 60 aos 69 anos, com drástica redução para os de 80 anos e mais. Suas cinco principais enfermidades foram hérnia inguinal e outras hérnias (3%), íleo paralítico e obstrução intestinal sem hérnia (1,5%) e colelitíase e colecistite (mais de 1%).

Figura 19 – Distribuição das Doenças Aparelho Digestivo pelo índice proporcional da porção norte da 19ª RSJ



Fonte: ITCG, 2012; SUS, 2012.
SCG e Datum: SAD 69 - Zona UTM: 22 S

Fonte: ITCG, SUS (2012).

As DAD em Cambará ocorreram com a mínima de (6) 2010, a máxima de (17) 2005, no ano 2000 e 2004 foram (9) casos, elevando para (10) em 2001, (13) em 2002, (15) em 2003, o declínio foi em 2006 (7), elevando, declinando e tornando a elevar nos anos subsequentes (24), (21), (21) e (24).

As DAD apresentaram-se com uma média de (17) casos nos anos pesquisados, com mínimo de (11) casos em 2005, e o máximo de 24 em 2003, o ano de 2001 e 2002 apresentaram declínio em relação ao ano 2000, o ano de 2003 elevou para (24) casos, porém a partir deste ano todos foram menores, e entre eles o maior foi 2008 com (20) casos.

O município de Cambará apresentou somente (1) caso em todos os anos pesquisados das Doenças da pele e do tecido subcutâneo, e (2) casos de morte por Doenças do Sistema Osteomuscular e Tecido Conjuntivo.

Na cidade de Ribeirão Claro, durante o mesmo período, os óbitos com mais ocorrências foram as mortes pelas doenças do aparelho circulatório, apresentando 10,25% das cidades da porção norte da Regional de Saúde, a média para o período foram de (39) casos por mês mantendo uma suavidade nos índices entre o mínimo de (26) em 2009 e o máximo de (44) em 2003, casos de óbitos.

No município de Ribeirão Claro, as DENM ocorreram em todos os anos da pesquisa da seguinte forma em 2006 foram (2) casos, em 2003, 2005 e 2008 foram (3) óbitos, 2007 e 2009 (4) casos, 2001, 2004 foram registrados (5) óbitos, 2000 e 2002 surgiram (6) casos e em 2010 (9) casos registrados.

Com o município de Barra do Jacaré os registros dos casos com maior quantidade de mortes, foram as do Aparelho Circulatório, com 1,71% dos casos entre as cinco cidades da Porção Norte da Regional, os dados demonstram variações de até 44,44% entre 2005 e 2006, que é um aumento considerável, as DAG e DENM, apresentam-se com percentuais pequeno para o município as DENM com 2,45% e as DAG com 2,22%.

Neste município observamos um cálculo interessante, se somarmos o total dos óbitos das, "(DAR+ DENM+ NEOPLASIAS)" elas superam em apenas (6) casos as DAC que está com o índice de (61) casos. As Doenças Infecciosas e parasitárias obtiveram somente (2) casos, as Doenças de Pele e do Tecido Subcutâneo; Doenças do Sistema Nervoso; Doenças do sangue órgãos hematopóético e transtorno imunitário; Doenças Sistema Osteomuscular e Tecido

Conjuntivo; Malformação Congênita Deformidade e Anomalias Cromossômicas, não obtiveram nenhum registro.

A cidade de Cambará apresentou as maiores ocorrências com os casos de mortes por doenças do aparelho circulatório, sendo que, estes casos até o momento da pesquisa estão apresentando a normalidade de estar sempre com o maior número de ocorrências, apresentou 19,77% do total das cidades, mantendo uma média sem variações expressivas.

Porém o segundo caso foram as Neoplasias, com um total de (340) óbitos e em terceiro lugar as DAR, as Neoplasias surgiram com média de (31) por mês, a mínima de (21) casos e máxima de (47) óbitos. Já as DAR mantiveram (20) casos por mês, com o mínimo de (16) casos em 2002 e 2005, e o máximo de (24) em 2007 e 2010.

As Doenças do Aparelho Respiratório surgem com 19,06% dos casos, com média mensal de 22 casos, o ano 2002 demonstrou 16 óbitos sendo o mínimo e os anos de 2007 e 2010 o maior índice com 24 óbitos.

Para o município de Santo Antônio da Platina, as Doenças do Aparelho Circulatório, apresentaram no ano de 2004 o maior índice dos óbitos, 10,35% das ocorrências, e no período o menor índice foi de 7,19% dos óbitos em 2007, a média no período foram de 139 casos.

As DENM, apresentaram o menor número em 2006 de (10) casos, os outros anos mantiveram uma média de (17) casos, sendo que no ano de 2010 foram de (25) óbitos, o total destes casos para o município foram de (189) óbitos.

As DSN também ocorreram com pouca quantidade com o total de (61) casos, o ano 2000 apresentou (6) casos, declinando em 2001 e 2002 para (3) óbitos, declinando mais ainda em 2003 para (2) casos, mas os índices elevam-se nos anos seguintes em 2004 (5) casos, 2005 (10) óbitos, em 2006 (7), 2007 e 2008 foram de (5) casos, em 2009 foram (3) casos e o último ano de (12) óbitos.

As DAR aconteceram de forma razoável em Santo Antônio da Platina, com (37) casos no ano 2000, elevando-se para (54) no ano subsequente, que foi o maior índice apresentado, nos anos subsequentes foram apresentadas as quedas, com mínima de (23) casos em 2006 e máxima de (42) casos em 2009.

No ano 2000 aconteceram (133) óbitos, em 2001, 2002 e 2003 houve um declínio em relação ao ano 2000, porém em 2004 foram (144) casos que

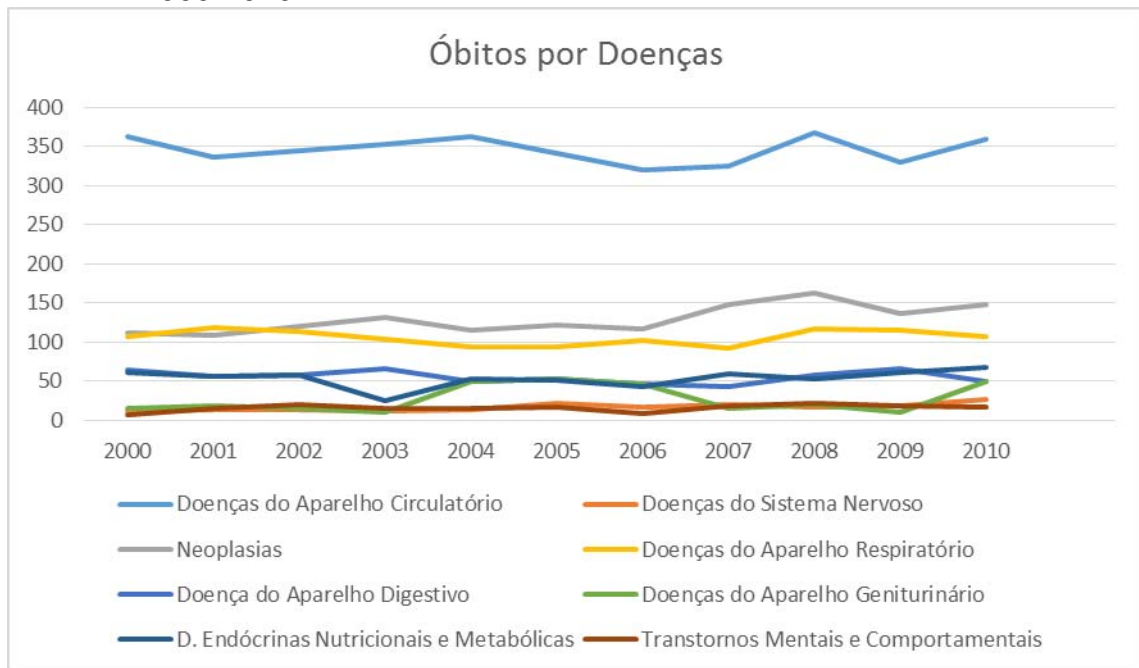
foi o máximo, após este ano foram registrados anos seguidos de queda em relação a 2004 com média de (109) óbitos.

No município de Jacarezinho no período compreendido entre os anos de 2000 a 2010, os índices de óbitos por morte relacionadas as doenças do aparelho circulatório foram as que mais ocorreram, foram de 6,32% do total da Regional.

O Município apresentou neste período o total de 1209 óbitos, com uma média de 121 casos/mês, o ano de 2001 apresentou o mínimo de 94 óbitos, e 133 óbitos em 2008. Do somatório de todas as mortes por todas as doenças de nossa tabela, as DAC apresentaram 40,19% dos casos. E a segunda maior causa foram DAR com 11,46% do total para o período pesquisado. As DAR corresponderam a 11,08% do somatório das mortes em Jacarezinho nos anos da pesquisa.

As DAC ocorreram em grande número durante o período, com um total de (1209) casos totais na cidade de Jacarezinho, seus números conforme a Tabela 05, demonstra que em todos os anos pesquisados sempre levou o maior número de óbitos entre a população jacarezinhense, nenhuma outra sequer em nenhum ano da pesquisa atingiu os números impostos pela DAC, com a média de (110) casos, seu ponto máximo foi em 2008 com (133) e o ponto mínimo foi com (94) óbitos em 2001.

Gráfico 2 - Grupo de causas na porção Norte da 19ª R. S. Jacarezinho, óbitos totais 2000-2010.



Fonte: SESA/PR, 2000 a 2010.

Em relação ao Gráfico 2, podemos verificar que as Doenças do Aparelho Circulatório foram as que mais registraram causas de óbitos, o somatório dos municípios da Porção Norte apresentou-se de forma linear com variações mínimas de (320) óbitos em 2006 e o máximo de (368) em 2008, com uma variação de 15% durante o período, o ano 2000 apresentou (362) óbitos, nos anos subsequentes até 2004 mantiveram-se menores, porém em 2004 foram (363) óbitos tornando a baixar novamente em 2005, 2006 e 2007, em 2008 foram (368) óbitos, diminui em 2009 para (330) e finaliza o ano de 2010 com (360) óbitos.

Relacionando a segunda maior causa do gráfico, as Neoplasias, comportaram-se progressivamente, a exceção dos anos de 2004, 2006 e 2009, no período inicial, as Doenças do Aparelho Respiratório, concorreram com quantias bem aproximadas, porém enquanto as DAR, entraram em queda para o resto do período, as Neoplasias continuaram sua evolução quantitativa, até o fim do período, não deixando dúvidas que a segunda posição quantitativamente seria alcançada.

As Doenças do Aparelho Respiratório, mantiveram-se com linhas suaves no gráfico, com uma média anual de (106) óbitos, as variações chegaram há (118) óbitos e com o mínimo de (94) casos, a partir do ano 2001, o gráfico apresenta

queda consecutiva até 2007 e a partir de 2008 começa a declinar suavemente novamente.

Com isso, os casos de internações nos revelam que no ano 2000 as internações de Neoplasias foram de (182) e aumentaram em 204%, elevando este número para (372) internações.

No ano de 2007 na Regional, pode nos mostrar que, o aumento possa estar relacionado ao aumento da expectativa de vida da população, onde as pessoas estão com uma certa vulnerabilidade, a várias formas de câncer, e a questão geográfica ficaria em função das cidades maiores da Regional oferecerem maiores recursos médicos, com isso o deslocamento das pessoas para estes centros (ALIEVI, 2012).

As outras morbidades TMC, DENM, DAG e DAD não apresentaram números representativos, comportando-se abaixo de (100) óbitos no período, com isso podemos constatar que houve uma tendência a aumento entre os anos finais e iniciais, mas não de forma expressiva, alguns fatores podem influenciar nas ligações com estas morbidades, as localizações podem constituir as condições sobre as questões de residuais de minerais dispersos em quantidades agressivas. Com isso, no mapeamento demonstraremos sua distribuição na espacialização da Regional com o Sistema Aquífero Serra Geral.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 METODOLOGIA

Iniciou-se o projeto através dos levantamentos bibliográficos nos periódicos, livros e artigos que estavam de acordo com a temática estudada. Em termos de recorte espacial, a área da 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho (PR) foi escolhida por fazer parte do projeto de pesquisa da Universidade Estadual de Londrina-Paraná, Caracterização Hidrogeológica e Hidrogeoquímica do Sistema Aquífero Serra Geral/Guarani no Estado do Paraná.

Este projeto objetiva, entre outros, compreender a hidrogeologia dos Aquíferos Serra Geral e Guarani bem como sua conectividade no Estado do Paraná, para proceder com a verificação das possíveis anomalias hidrogeoquímicas e sua relação com a saúde das populações que se utilizam da água proveniente dos referidos aquíferos.

6.2 COLETAS

Foi executado a escolha dos pontos de amostragem pelo mapa com as coordenadas fornecidas pelo Instituto das Águas do Paraná, estes poços com o total de 77 unidades entre os cinco municípios, estes estão na área urbana e rural dos municípios da Porção Norte da 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho (Figura 20).

As águas da Porção Norte da Regional foram coletadas no segundo bimestre de 2014, sendo 45 poços selecionados para executar a coleta e análise constantes na Figura 20, os números estão em ordem crescente no apêndice A, com o título A (Amostras) estes são os 45 poços coletados. Estes poços de abastecimento público foram selecionados de forma que sua distribuição atingissem a maior parte da área de estudo.

Alguns dos poços foram substituídos por outros próximos devido a não ter acesso ou os equipamentos de bombeamento não estar funcionando.

6.3 AS ANÁLISES IN SITU

Depois da descarga na tubulação para que não utilizasse uma água estagnada e lavado o frasco 3 vezes, para que se houvesse algum resíduo fosse este da própria água coletada, foi feita a análise em campo, e depois da utilização da amostra, foi adicionado 5mL de HNO₃ ácido nítrico a 10% para preservar os elementos químicos da amostra na câmara fria do laboratório de Química da UEL até seu destino final na UNESP (Rio Claro – SP), para análise química.

Uma das análises hidrogeoquímicas das águas subterrâneas realizada em campo é o pH (potencial de Hidrogênio), sendo que este nos demonstra se a água está com o pH ácido, neutro ou alcalino.

A Condutividade Elétrica (CE) em ($\mu\text{S}/\text{cm}$), ou seja, a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica, este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente, quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água (ALIEVI, 2012).

A Condutividade Elétrica está relacionada com as suas variações na quantidade de sais dissolvidos neste meio, com isso se a variação ocorrer para mais ou para menos, esta influenciará no resultado final. Sendo assim a capacidade da água de conduzir corrente elétrica está ligada à medida que a concentração dos solutos ionizados na água, os cátions e ânions se apresentam isto nos fornece o resultado de CE (MINEROPAR, 2001).

Quando a água está quimicamente pura possui CE baixa, tornando-se bom isolante, com o aumento na quantidade de minerais, dissociados em cátions e ânions, à água melhora sua característica condutora, ou seja quanto mais íons presentes, maior será a condutividade (CETESB, 1993).

A Temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), é a intensidade de calor, esta análise de temperatura foi feita no local através do aparelho multiparâmetros.

O Potencial de Hidrogênio (pH), as substâncias podem ser caracterizadas pelo seu valor de pH, este é determinado pela concentração de íons de Hidrogênio e quanto menor o pH de uma substância mais ácida é esta solução sua variação ocorre de 1 a 14, onde o 7 é o neutro, abaixo de 7 estão as ácidas e acima de 7 as alcalinas ou básicas (SANTOS, 1997).

O pH ácido contribui para dissolver os minerais, que são facilmente absorvidos pelos organismos que os complexos iônicos, porém o inverso seria a atuação dos cátions, onde os metais em forma iônica são disponibilizados em meio básico, sendo o pH responsável em grande parte pela solubilidade de metais (CORTECCI, 2006).

A Turbidez (NTU), são os sólidos em suspensão na água com os valores expressos pelas Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU), ou em Unidades de Turbidez (UT), estas segundo a Portaria do MS 2914/2011 a água destinada ao consumo humano pode atingir 5UT com valor máximo de Turbidez, para a saída dos filtros a Turbidez deve ser no máximo de 2 UT (filtração lenta) e 1 UT (filtração rápida) (FRANCO, 2009, p.9), porém na Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 vigente já aperfeiçoou para 0,5 atualmente.

Esta pode ser definida como o grau de redução que um flash de luz sofre ao atravessar à amostra de água, os sólidos em suspensão impedem esta passagem, fornecendo através do aparelho a quantidade de turbidez, uma vez que a recomendação para água subterrânea é de 1,0 Unidade nefelométrica de Turbidez (UNT) ou uT unidades de turbidez (SANTOS, 1997).

6.4 AS ANÁLISES DE ELEMENTOS QUÍMICOS

A análise de Espectrometria de Emissão Atômica com Fonte de Plasma de Argônio Indutivo (ICP-AES) foi realizada para determinar os índices de Silício; Magnésio; Cálcio; Estrôncio; Zinco; Manganês; Ferro; Bário; e Cobre, e as determinações de Sódio e Potássio foram por Espectrofotometria de Absorção Atômica (FAAS), realizadas no laboratório da UNESP – Rio Claro SP.

6.5 ESPACIALIZAÇÃO DA 19ª RSJ.

Para a confecção dos mapas dos municípios e as unidades aquíferas, das doenças, populações, sedes municipais e interpolação dos resultados dos elementos químicos, utilizou-se o software de geoprocessamento ArcGis 10[®]. Através do software, manipulou-se arquivos vetoriais disponibilizados no site IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis), do ITCG (Instituto de

Terras Cartografia e Geociências) e Mineropar (Serviço Geológico do Paraná), além de informações obtidas em pesquisa e convertidas em informações geoespaciais.

Os *shapes* do ITCG e Mineropar são referentes à delimitação dos municípios e unidades aquíferas, Tipos de Solos, Geologia, Sedes municipais, populações. A obtenção dos *shapefiles* prontos economiza tempo. Além disso, os sites utilizados são de caráter oficial, sendo uma fonte confiável para a obtenção de informações georreferenciadas. Cabe ressaltar que utilizou-se o Datum South América 1969 (SAD 69) para a construção dos mapas.

Ainda, utilizando o software ArcGis 10[®] efetuou-se a interpolação dos valores encontrados por meio do método IDW (Inverse Distance Weighted - Inverso do quadrado da Distância), onde são determinados os valores dos pontos usando uma combinação linear ponderada dos pontos amostrados (MELLO et al., 2003).

Foram utilizadas as imagens do satélite (LANDSAT 5) Sensor TM, órbita 221 e ponto 076, junto ao site oficial do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), para o mapa de uso de solo.

Assim, munidos de todos esses dados, foram elaborados os mapas temáticos presentes na pesquisa, focando a informação principal e possibilitando a melhor visualização dos dados referentes a distribuição das realidades geográficas regionais.

Com o intuito de se demonstrar a distribuição espacial dos teores encontrados na água amostrada, foram espacializados os dados referentes as concentrações químicas de cada elemento químico elencado afim de se verificar a existência (ou não) das zonas de anomalia positiva (maiores teores) na área de estudo. Os dados das análises físico químicas estão demonstrados nas figuras (Nº 21, 22, 23 e 24).

Os resultados da análise hidrogeoquímicas realizadas na UNESP (Rio Claro – SP) estão demonstrados nas figuras (Nº 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 e 34).

O mapeamento da área de risco está demonstrado nas figuras (35, 36, 37, 38, 39, 40 e 41).

A síntese das áreas de risco está na figura (Nº 42).

6.6 DADOS DE SAÚDE DO DATASUS.

Cabe ressaltar que no tratamento dos dados de saúde foi realizada a normalização dos números relativos aos óbitos por grupo de causas bem como a dispersão dos mesmos junto à população. Ou seja, para que não houvessem discrepâncias no que tange a distribuição dos números de óbitos na área do recorte espacial estudada, procurou-se efetuar uma correção de proporcionalidade entre os números de óbitos e a quantidade populacional para cada município.

Com o intuito de manter a proporcionalidade dos dados, foi criado uma espécie de índice de proporcionalidade que diz respeito ao resultado da operação de divisão entre o número de óbitos e o total populacional de cada município, constituindo-se da seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Número de óbitos (para cada grupo de doenças)}}{\text{Total populacional (para cada município)}}$$

Desta forma, buscando-se este índice de proporcionalidade evita-se que ocorra a convergência dos dados de saúde em maior número para os municípios com maior população, o que reduziria o poder de análise das situações encontradas.

Os dados de saúde foram coletados do Banco de dados de saúde, que pertencem ao Sistema DATASUS e da Secretaria de Saúde do Estado do Paraná. Estes dados permitiram a confecção de mapas temáticos que colaboraram com a análise espacial das enfermidades e condicionantes socioeconômicos presentes na área de estudo.

Onde foram criadas as Tabelas (Nº 5, 6, 7, 8 e 9) com os óbitos para os municípios no período de 2000 a 2010.

O Gráfico (Nº 2) demonstra o número de óbitos total para cada grupo de causas nos municípios.

Os dados de óbitos foram espacializados com os grupos de doenças estão demonstrados nas Figuras (Nº 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19).

- Turbidímetro - A turbidez que significa a quantidade de sólidos em suspensão na água foi mensurada pelo equipamento digital (Hach Modelo 2100 P), onde o 1º passo é calibrar o aparelho com o gel, utilizando o padrão 4,89 a 5,41 e apertar o power. Após a calibração está pronto para executar a leitura direta da amostra de água.
- Phgâmetro - Para calibrar temos que introduzir no tampão o padrão de 7,00, depois retirá-lo lavar o eletrodo, esguichando água com o Pissete, secá-lo, após isto colocar o padrão de 4,00, para que o aparelho se ajuste. Aparecerá a mensagem “Aguarde” e em seguida a mensagem “Calibrando” e OK após lavar o eletrodo, simplesmente, com a amostra em um copo auxiliar colocá-lo no eletrodo, esperar estabilizar e anotar o valor do pH.
- Conversor de corrente contínua para corrente alternada - Utilizou-se o aparelho Logen scientific modelo APA 200 que não usa corrente contínua para seu funcionamento. Utilizou-se ainda o inversor conversor veicular (150 W DC 12v para AC 110v) multilaser, para seu funcionamento este conversor é ligado a bateria do veículo 12V em corrente contínua.

6.8 MATERIAIS DE LABORATÓRIO

- Frascos de polietileno de 1 L;
- Pipeta volumétrica de 5mL;
- Pipetador;
- Pissete;
- Copo Becker auxiliar;
- Caixa térmica com gelo.

7 ANÁLISE ESPACIAL E MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO

Carneiro e Santos (2003, p. 54), afirmam que a "[...] análise espacial pode ser definida como uma técnica que busca descrever os padrões existentes nos dados espaciais e estabelecer, preferencialmente de forma quantitativa, os relacionamentos entre diferentes variáveis geográficas".

Segundo Barcellos e Bastos (1996, p. 393) na primeira abordagem, a fonte ou agente de risco são conhecidos e estudam-se suas consequências sobre a saúde. No segundo caso, o lugar é conhecido e estuda-se a relação entre variáveis ambientais, socioeconômicas e de saúde. No terceiro, o agravo e sua etiologia são conhecidos e estuda-se sua relação com os fatores ambientais.

Em todas estas abordagens, os critérios utilizados para regionalização são determinantes dos resultados esperados. Nos primeiros casos, a região é previamente estabelecida, isto é, um pressuposto do trabalho, e no terceiro ela é consequência do próprio processo de análise de dados epidemiológicos, isto é, seu resultado (BARCELLOS e BASTOS, 1996, p. 394).

Como afirmam Barcellos (et al., 2002, p. 131 apud ALIEVI, 2012, p.50), estas abordagens possuem cada qual suas limitações específicas, mais relacionadas aos conceitos e métodos utilizados por elas do que ao uso da categoria espaço nestas análises, pois a utilização da categoria espaço não serve à mera localização de eventos de saúde, pois é “[...] ao mesmo tempo, produto e produtor de diferenciações sociais e ambientais, processo que tem importantes reflexos sobre a saúde dos grupos sociais envolvidos” (BARCELLOS et al., 2002, p. 131 apud ALIEVI, 2012, p. 50).

Nesta pesquisa verifica-se que a análise espacial aborde a relação ambiente e saúde sendo que diversos fatores socioespaciais (antropogênicos) e ambientais (naturais) podem afetar a distribuição espacial dos casos de doenças/teores anômalos no interior da área de estudo.

Assim, com o mapeamento das áreas de risco, temos a realização da análise da distribuição espacial dos parâmetros físico-químicos obtidos a partir das análises hidrogeoquímicas, que haviam compreendido as leituras das características físicas da água amostrada tais como a temperatura, turbidez, pH e condutividade elétrica, como também o levantamento dos teores dos íons de Bário

(Ba⁺), Cálcio (Ca⁺), Cobre (Cu⁺), Estrôncio (Sr⁺), Ferro (Fe⁺), Magnésio (Mg⁺), Manganês (Mn⁺), Potássio (K⁺), Silício (Si⁺), Sódio (Na⁺) e Zinco (Zn⁺).

Assim, visa-se elaborar em mapas a distribuição espacial do resultado de análises físico-químicos e que sirva como base para a definição das causas e consequências da configuração espacial dos teores anômalos (anomalias positivas) distribuídos na Porção Norte da 19^a Regional de Saúde de Jacarezinho (PR).

Corroborando com o objetivo geral desta pesquisa de se analisar as enfermidades (especialização das doenças) e a relação destas com os teores anômalos encontrados nas águas amostradas do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), a análise espacial também fora realizada de forma a, tentativamente, correlacionar o estado de saúde dado pelos óbitos aos teores anômalos encontrados nas águas subterrâneas, levando-se em conta o máximo de condicionantes ambientais e sociais que possam atuar no processo doença-ambiente.

A partir destas análises em que foram utilizadas variáveis ambientais e sociais para a explicação e entendimento dos processos que resultaram na configuração de altos teores e possibilidade de contaminação à saúde humana, promovidas em última instancia pelas áreas com teores acima de outros encontrados normalmente, procurou-se produzir mapas em que são delimitadas as zonas de risco à saúde humana em função das anomalias hidrogeoquímicas como contribuição importante aos estudos vindouros e às políticas de saúde pública locais.

7.1 ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PARÂMETROS FÍSICOS DA ÁGUA

A análise da distribuição espacial de parâmetros físico-químicos das águas subterrâneas amostradas permite elencar algumas características importantes no que tange à qualidade das águas como também do contexto hidrogeoquímico em que a ocorrência dos metais pesados amostrados se processa.

Em termos de contexto hidrogeoquímico ressalta-se o meio hidrogeológico em que ocorrem os processos de dispersão geoquímica dos elementos (metais pesados). É no meio hidrogeológico, como o próprio termo induz, em que a água subterrânea perfaz toda sua dinâmica de movimentação, distribuindo-se pelo meio rochoso e adquirindo características químicas do mesmo, quando, eventualmente, não há contato antropogênico neste processo.

A formação destes depósitos subterrâneos se dá em meios rochosos diversos, que vão desde aqueles em que predominam rochas vulcânicas como o basalto e andesito àqueles em que se verifica a presença de sedimentos consolidados representados por rochas como os siltitos e arenitos. Para demonstrar a gama de situações em que os depósitos subterrâneos sobrevêm, observe-se a classificação elaborada por Singhal e Gupta (1999) no quadro 1:

Quadro 1. Classificação hidrogeológica das rochas.

Grupos de rochas	Tipos de rocha e exemplos	Principais meios de ocorrência da água subterrânea
Cristalinas	Rochas ígneas não vulcânicas (granitos, dioritos, gabros etc.) e rochas metamórficas (gnaiesses, xistos, filitos, etc.)	Manto de intemperismo e descontinuidades (juntas, falhas, planos de foliação, etc.)
Vulcânicas	Rochas vulcânicas (basaltos, andesitos, riolitos, etc.)	Manto de intemperismo, descontinuidades (juntas, falhas e vesículas) e descontinuidades entre camadas.
Carbonáticas	Rochas carbonáticas (calcários e dolomitos)	Descontinuidades (juntas e falhas) e cavidades de dissolução.
Clásticas	Rochas sedimentares consolidadas (siltitos, arenitos, conglomerados, etc.) e sedimentos inconsolidados (cascalho, areia, argila, etc.)	Espaços intragranulares e descontinuidades (juntas e falhas)

Fonte: Singhal e Gupta, 1999.

Seguindo com a contextualização, toma-se como base esta classificação visto que, como afirmado anteriormente, torna-se necessário reconhecer o meio rochoso em que os depósitos de água subterrânea ocorrem. Neste sentido, a classificação dos litotipos efetuada pelos autores supracitados permite com que se siga uma linha padrão na descrição dos meios hidrogeológicos em que se dá a distribuição espacial dos parâmetros físico-químicos das amostras coletadas na área de estudo.

Assim, considerando-se a geologia local, verificam-se rochas de diversas espécies que basicamente se enquadram em todos os grupos de rochas elencados por Singhal e Gupta (1999). Isto demonstra que existem diversas e diferentes fontes para influenciar nas características físico-químicas das águas subterrâneas amostradas. Cada qual destes meios rochosos irá influenciar na qualidade das águas amostradas visto que diferentes rochas apresentam diferentes minerais, tanto em termos de quantidade como de qualidade dos mesmos.

Neste sentido, à Figura 5, em que se observam as diferentes formações geológicas que compõem a área de estudo, verifica-se uma predominância de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral exceto em porções tais como aquelas mais ao Sul e área central (Jacarezinho) do recorte espacial.

Pode se considerar que os municípios de Cambará e Barra do Jacaré apresentam certa uniformidade em termos geológicos (basaltos). Por outro lado, algumas partes dos municípios de Santo Antônio da Platina, Jacarezinho e Ribeirão Claro apresentam uma diversidade maior de rochas e, conseqüentemente, a possibilidade variações maiores em alguns parâmetros físico-químicos.

Esta contextualização geológica, em última instancia hidrogeológica também, é importante no sentido de se demonstrar o meio rochoso em que a água outrora superficial infiltrara e adquirira as características químicas do solo (oriundo destas rochas) e da rocha em questão, por onde a água percolou até ser depositada.

Considerando, o escopo desta pesquisa, contextualizando o conjunto geológico da área de estudo tem-se a informação acerca da origem (natural) dos metais pesados presentes na água subterrânea amostrada, verificando-se a causa do aparecimento de áreas com valores maiores que outros encontrados nas áreas próximas (anomalia positiva) em que se observam alguns teores mais elevados de elementos químicos (metais pesados), o que se configura no aparecimento de áreas de possibilidade de risco à saúde coletiva. Cabe ressaltar ainda que "Os processos formadores de rochas [...] são essencialmente processos de redistribuição geoquímica, que atuam no sentido de concentrar ou dispersar elementos químicos" (LICHT, 2001, p.26).

Por outro lado, não se pode prescindir da possibilidade dessas fontes terem um caráter antropogênico visto que existem diversas atividades humanas na área de estudo que podem, até certo ponto, contribuir para um aumento na concentração de metais pesados na água subterrânea em questão.

Portanto, quando da análise das ocorrências anômalas na distribuição espacial dos elementos químicos (metais pesados) na área de estudo, buscar-se-á vários elementos que possam auxiliar na explicação de tais ocorrências, elementos estes que podem ser caracteristicamente naturais e/ou antropogênicos.

Iniciando pela análise da distribuição espacial da condutividade elétrica (CE) na água amostrada, verifica-se que existe um espectro de valores que

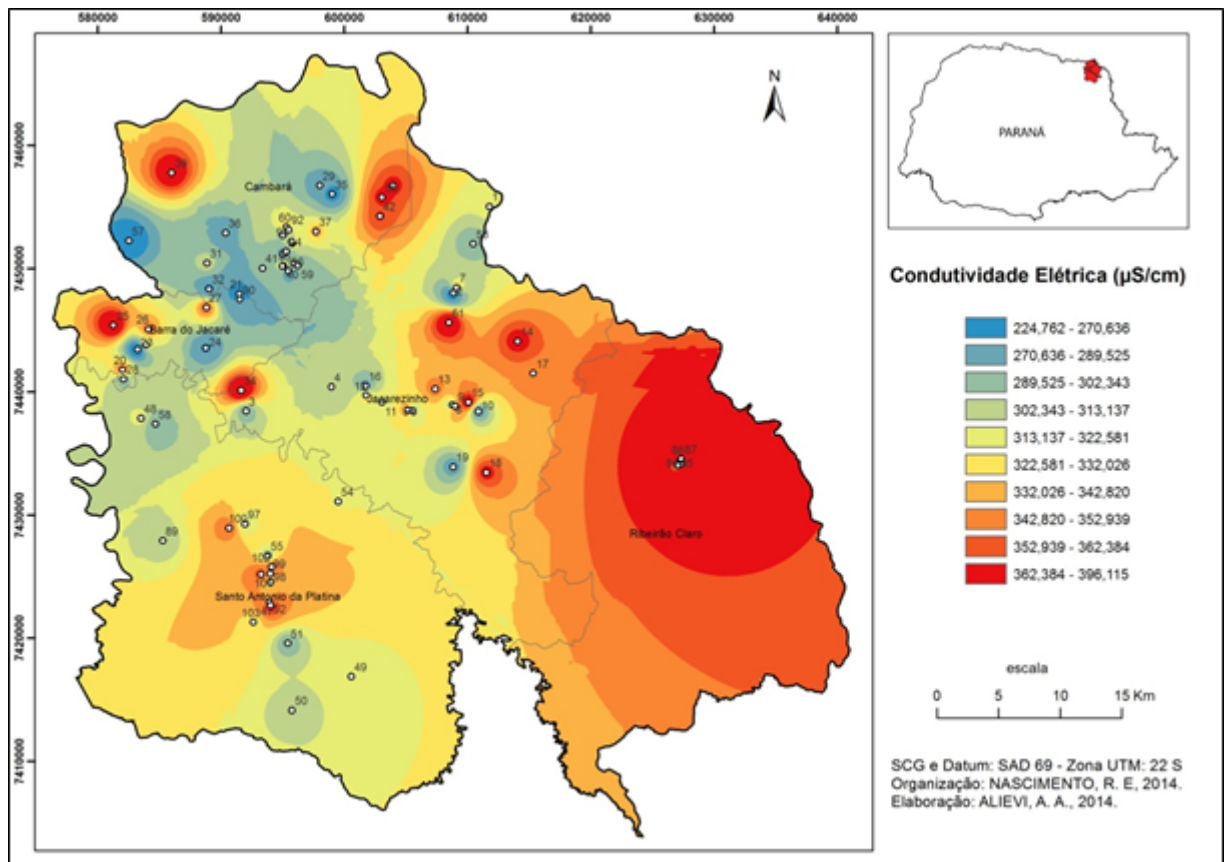
se inicia no valor aproximado de 224 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e termina em cerca de 396 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cabe ressaltar que a condutividade elétrica diz respeito à capacidade que a água tem de conduzir eletricidade, "[...] estando relacionada à quantidade de sais dissolvidos sob a forma de íons. A unidade padrão de medida [...] é o Siemens (S) e os valores para as águas subterrâneas são referidos ao milionésimo do S/cm, ou seja, $\mu\text{S}/\text{cm}$ [...]" (LIMA, FRANÇA, LOIOLA, 2013, p.282).

Sabe-se que a origem destes sais está ligada à chuva e dissolução das rochas do aquífero por onde percola, inclusive com influência do solo na água subterrânea. Sendo um solvente quimicamente ativo, a água é capaz de "[...] incorporar grandes quantidades de substâncias ao entrar em contato com os minerais constituintes dos solos e rochas, nos quais circula" (SANTOS, 1997, p. 81).

Sendo assim, considerando-se somente os processos naturais, a quantidade e qualidade dos sólidos dissolvidos (sais) na água subterrânea que está intimamente relacionada ao meio rochoso e solo por onde a água percolou, adquirindo estes sais e apresentando, um determinado valor de condutividade elétrica.

Observando-se a Figura 21, verifica-se que há uma distribuição dos valores acima dos 330 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na porção Leste do recorte espacial. Ocorrências um pouco mais dispersas também chamam a atenção nos outros municípios, principalmente na porção Leste do município de Jacarezinho, bem como nas porções Leste e Oeste do município de Cambará. Chama a atenção também a porção central do município de Sto. Antônio da Platina assim como a porção Oeste de Barra do Jacaré.

Figura 21. Distribuição espacial dos valores de condutividade elétrica na área de estudo



Fonte: Coleta e análise *in situ*.

A inspeção dos valores para condutividade elétrica demonstra que a água amostrada do poço n.º 86, (Apêndice A) no município de Ribeirão Claro apresentou o resultado de condutividade elétrica de aproximadamente 398 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ao seu redor outros poços também apresentaram valores elevados, constituindo nesta área uma zona de concentração dos maiores valores registrados para este parâmetro físico (iônico) da água. Nota-se, ademais, que esta zona se espalha em direção do município de Jagrezinho, representando uma continuidade desta distribuição concentrada que não se verifica em outras porções haja visto que nestas a distribuição é dispersa.

Constata-se que nos lugares em que as isolinhas estão mais próximas a variabilidade dos valores é maior, essencialmente nas áreas em que predominam as rochas vulcânicas (basaltos) da Formação Serra Geral, nas porções correspondentes aos municípios de Cambará e Barra do Jacaré. Possivelmente, devido às essas rochas serem menos mineralizadas do que aquelas encontradas na

porção Leste da área de estudo (tais como argilitos, siltitos e calcários da Formação Rio do Rastro/Corumbataí, bem como arenitos da Formação Botucatu).

Observando-se a (Figura 21) e seguindo esta linha de raciocínio, verifica-se de fato que as porções em que predominam as rochas da Formação Serra Geral encontram-se os valores menores de condutividade elétrica, exceto em alguns pontos já destacados anteriormente, o que pode denotar, dentre outros fatores, tipos de rocha ou mesmo uma contaminação das águas por processos antropogênicos.

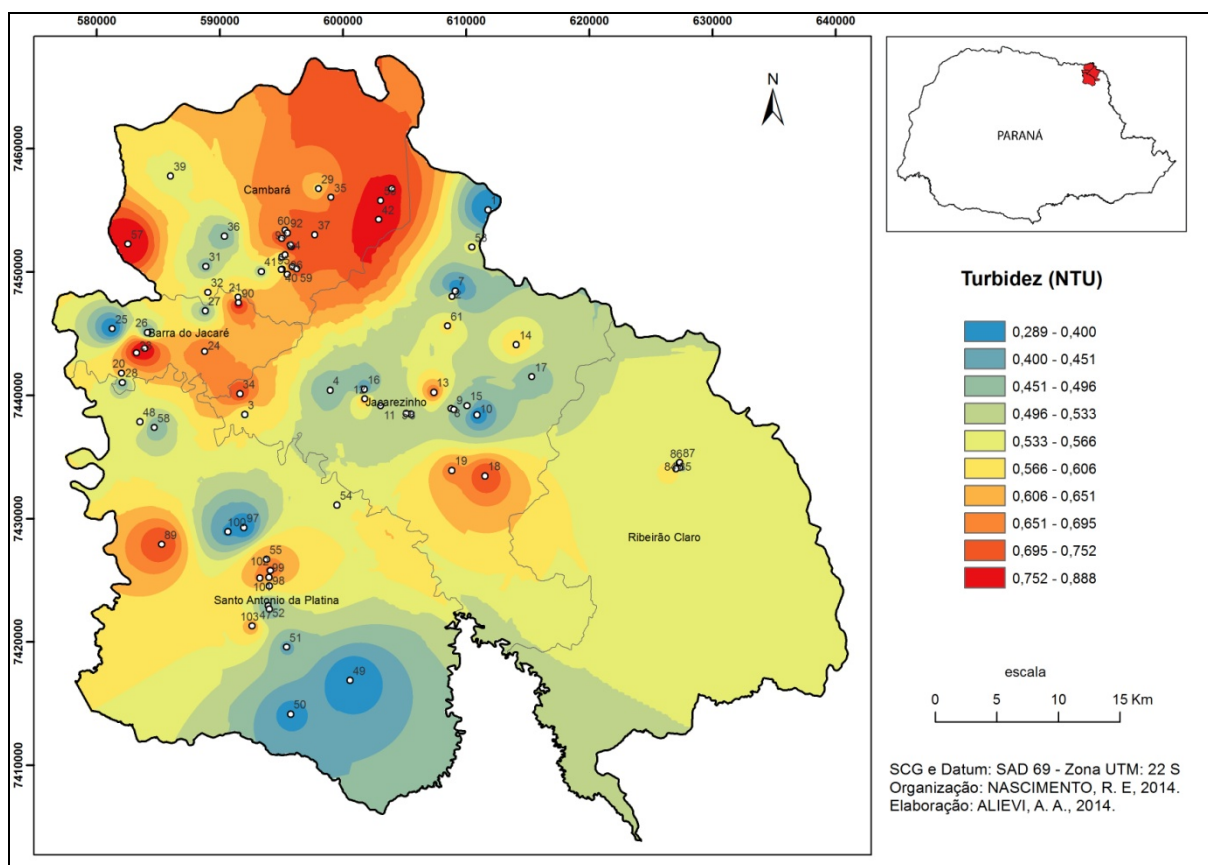
A concentração dos maiores valores para a condutividade elétrica, que de uma forma geral, segundo o IPARDES (2010), estes municípios praticam majoritariamente atividades agrícolas como a pecuária, criação de animais bem como a lavoura permanente e lavoura temporária, com isso influenciando pelos resíduos do manejo certos valores físico-químicos.

Todas essas situações são passíveis de pesquisa mais apurada para que se verifique o estado preciso das condições físico-químicas das águas subterrâneas locais, porém, dentro da argumentação utilizada nesta pesquisa, busca-se uma visão geral da situação visto que o aprofundamento suscitaria um levantamento detalhado que foge ao escopo do trabalho. Assim, deixa-se em aberto este detalhamento para que pesquisas vindouras possam elucidar com pormenores as questões aqui levantadas.

Cabe ressaltar ainda que não há indicação de valor máximo permitido (VMP) na Portaria MS n.º 2914/2011 do Ministério da Saúde (MS), nem mesmo qualquer menção - neste documento - ao padrão de aceitação para consumo humano relativo à condutividade elétrica da água. Diferente do que ocorre com o parâmetro analisado a seguir: a turbidez.

Conforme consta na Portaria do MS supracitada (2914/2011-MS), o valor máximo aceito para turbidez é de 5 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez). A distribuição espacial deste parâmetro pode ser visualizada na Figura 22, a seguir:

Figura 22. Distribuição espacial dos valores de turbidez na área de estudo.



Fonte: Coleta e análise *in situ*.

Segundo ANA (2002), a turbidez "[...] é a medida da dificuldade de um feixe de luz atravessar certa quantidade de água. A turbidez é causada por matérias sólidas em suspensão (silte, argila, colóides, matéria orgânica, etc.)". Salienta-se que a turbidez da água é afetada, dentre outros, por uma grande variedade de materiais, incluindo partículas de areia fina, silte, argila e microrganismos. A menor ou maior quantidade destas partículas determina a dispersão ou absorção os feixes de luz que passam pela amostra.

Em termos práticos a turbidez nas amostras de água subterrânea apresenta valores baixos. No caso específico desta pesquisa, verificou-se certa correlação entre as medidas de turbidez de maior expressão junto a algumas zonas de maior concentração do elemento Ferro (Fe) na área estudada, o que será analisado posteriormente neste capítulo.

O espectro de valores encontrados e que expressam a turbidez da água coletada demonstram uma variação que se estende dos 0,289 NTU aos 0,888 NTU. Estes baixos valores estão bastante abaixo do máximo permitido pela Portaria

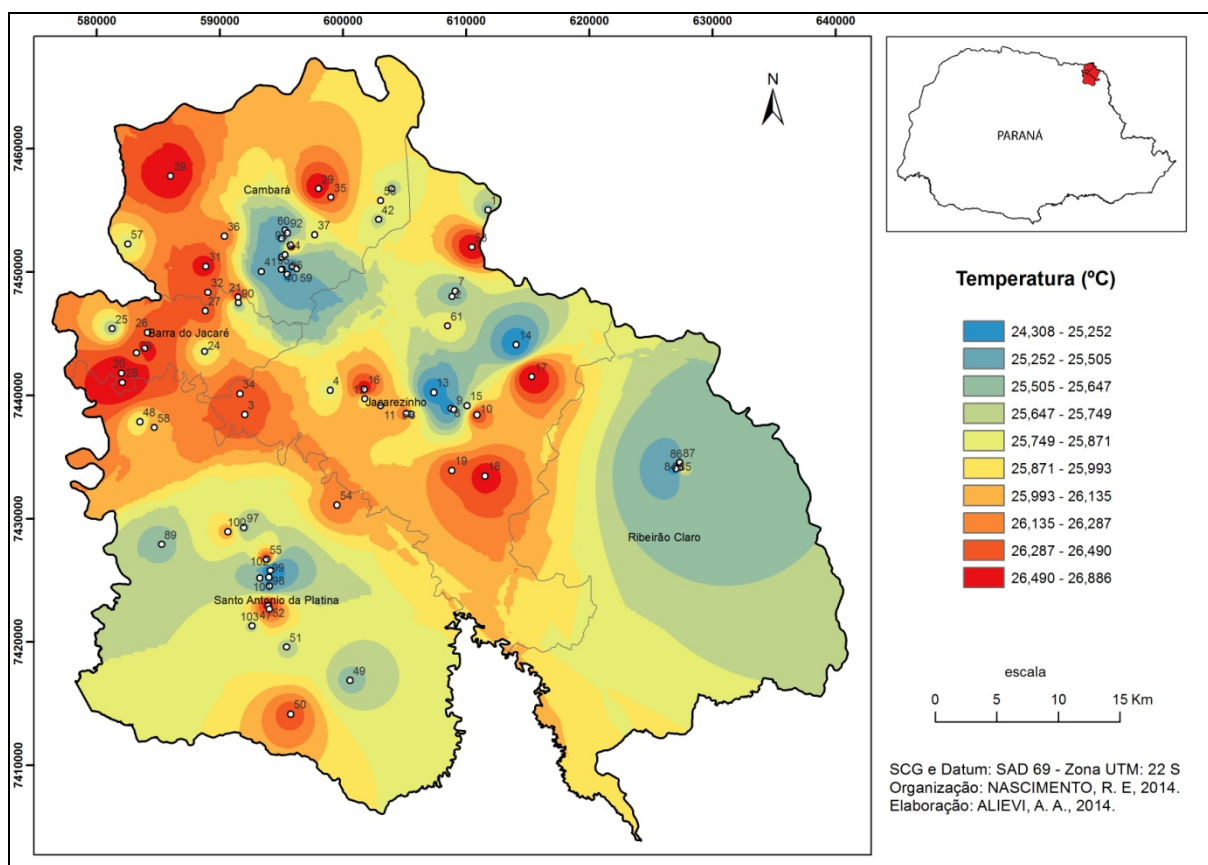
do Ministério da Saúde de 5,0 NTU, não incorrendo assim em maiores problemas neste quesito. Além disso, estão de acordo com o que normalmente se encontraria em amostras de água subterrânea.

Na área de estudo verificam-se situações em que os valores mais expressivos para turbidez ocorreram em amostras de poços localizados principalmente na porção Leste do município de Cambará, zona em que notadamente verificou-se uma maior ocorrência do íon Ferro (Fe) na água amostrada destes locais.

Ainda que as amostras tenham apresentado baixos valores para turbidez, é preciso ressaltar que devido ao aumento ou diminuição da turbidez na água natural estar relacionada, dentre outros fatores, à presença de microrganismos, estes podem servir de alimento ou até mesmo serem os próprios agentes patogênicos presentes na água, promovendo o crescimento de patógenos nos sistemas de distribuição e, conseqüentemente, levando a surtos de doenças veiculadas pela água, tais como a gastroenterite, comum em várias localidades (EPA, 1999).

Seguindo a análise dos parâmetros físicos da água coletada, passa-se a averiguar a temperatura ($^{\circ}$ C) das amostras no momento da coleta *in situ*, visto que a mesma varia muito rapidamente quando se realiza o transporte e armazenamento posterior das mesmas. A Figura 23 demonstra a distribuição espacial das diferentes temperaturas encontradas:

Figura 23. Distribuição espacial dos valores de temperatura na área de estudo.



Fonte: Coleta e análise *in situ*.

No meio subterrâneo as águas subterrâneas tendem a apresentar uma amplitude térmica pequena (salvo conexão com aquíferos subjacentes) dado que a sua temperatura no aquífero freático está protegida por camadas de solo e rochas, sem o contato direto com a atmosfera, sendo assim, resulta em uma menor variação nas mudanças da temperatura (ALIEVI, 2012). A diferença de cerca de 2°C entre a mais alta leitura (26,8°C) e a mais baixa (24,3°C) demonstram que, de fato, a amplitude térmica é bastante reduzida neste manancial subterrâneo.

Entretanto, verifica-se que espacialmente a distribuição é bastante difusa. As amostras com registro de temperaturas mais elevadas concentram-se na porção central do recorte espacial tomando a direção Oeste, onde nos municípios de Barra do Jacaré e Cambará são encontradas as temperaturas mais elevadas da água. Chama a atenção também o arco formado ao Sul do município de Jacarezinho que, por outro lado, apresenta igualmente zonas onde se encontram as mais baixas temperaturas da água em toda a área de estudo.

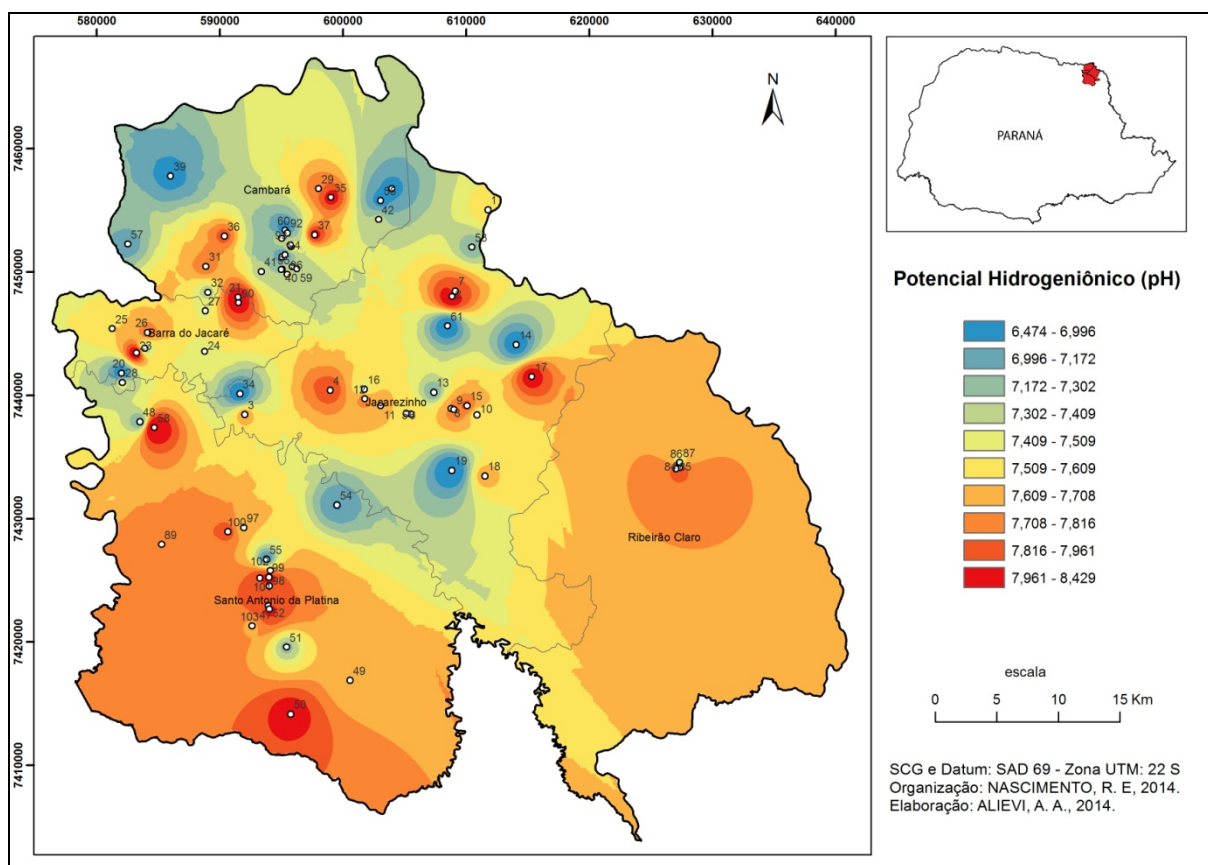
Sabe-se que a temperatura interfere na alcalinidade, salinidade e potencial Hidrogeniônico (pH) da água. Neste último caso, em específico, isto ocorre devido à leve tendência que as moléculas de água têm de se quebrar em seus constituintes, o hidrogênio e o oxigênio, em função do aumento da temperatura. Assim sendo, quando a temperatura aumenta, uma maior proporção de moléculas de água se rompe, liberando mais íons de hidrogênio, o que faz diminuir o pH da água em questão (GREEN, 1949).

Deste modo, a temperatura tem relação estrita com o potencial hidrogeniônico (pH), que diz respeito, conforme Santos (1997, p. 90), "[...] à medida da concentração hidrogeniônica da água ou solução, sendo controlado pelas reações químicas e pelo equilíbrio entre íons presentes". Na água quimicamente pura os íons H^+ estão em equilíbrio com os íons OH^- e seu pH é neutro, ou seja, igual a 7. Os principais fatores que determinam o pH da água são o gás carbônico dissolvido e a alcalinidade. O pH das águas subterrâneas varia geralmente entre 5,5 e 8,5 (ANA, 2002 apud ALIEVI, 2012, p.107).

Comparando-se as Figuras 23 e 24 em que são espacializadas as temperaturas e concentrações de íons H^+ (pH) na água, respectivamente, observa-se certa regularidade na distribuição espacial que demonstra uma relação notável entre estes parâmetros físicos em termos de ocorrência espacial concomitante ao fato de que as áreas em que a temperatura da água é maior coincidirem com as áreas onde foram registrados os menores valores de pH (águas ácidas).

Observa-se nesta Figura 24 que há uma faixa que se estende da porção central à porção Norte/Noroeste, tal como ocorrera com as temperaturas, porém, de uma maneira inversa em termos dos valores. A princípio constata-se que as faixas em que o pH apresenta-se mais ácido (na escala apresentada de 6,4 a 6,99) a água amostrada localiza-se nas porções onde predominam as rochas da Formação Serra Geral.

Figura 24. Distribuição espacial dos valores de pH na área de estudo.



Fonte: Coleta e análise *in situ*.

Por outro lado é visível que na porção Sul do recorte espacial ocorra um aumento geral no pH das amostras, águas subterrâneas de forma geral nesta área estão com o potencial de Hidrogênio com teores aceitáveis, e entre relação aos valores encontrados, a parte setentrional da área está com valores de pH abaixo da parte meridional.

7.2 ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS PARÂMETROS QUÍMICOS DA ÁGUA E CORRELAÇÕES COM OS DADOS DE SAÚDE

Nesta seção buscar-se-á a análise espacial pormenorizada da distribuição dos teores encontrados nas águas subterrâneas coletadas de forma a destacar as zonas de anomalia positiva (altos teores) realizando algumas considerações gerais para a ocorrência destes eventos em determinadas localidades utilizando algumas variáveis tais como o ambiente (urbano/rural), uso do poço, uso do solo, geologia local, etc., que possam ajudar a elucidar as causas do aparecimento destas zonas anômalas.

Conjuntamente, em acordo com objetivo geral da pesquisa, tentativamente será investigada a correlação entre estas zonas de anomalia e os óbitos registrados nos municípios que possam ter alguma relação com a ingestão de água subterrânea alterada por teores anormais. Tal como destacara Alievi (2012) em seu estudo acerca da hidrogeoquímica das águas subterrâneas na 17ª Regional de Saúde de Londrina (PR), "[...] por meio destas correlações será possível demonstrar indícios de áreas de risco em função de teores anômalos e perigosos que podem promover agravos à saúde da coletividade inserida na área do recorte espacial" (ALIEVI, 2012, p. 111).

Cabe ressaltar anteriormente que alguns elementos elencados para a análise não apresentaram teores que pudessem ser registrados pelos aparelhos utilizados: o Espectrofotômetro de Absorção Atômica (FAAS) e o Espectrômetro de Emissão Atômica com Fonte de Plasma de Argônio Indutivo (ICP-AES). Conforme as especificações dos equipamentos, existe um limite mínimo para detecção dos teores (concentrações) para cada elemento, demonstrado na Tabela 11 a seguir:

Tabela 11. Limites de detecção do ICP-AES e FAAS.

Identif.	limite de detecção ppm
Al	0,003
Ba	0,002
Ca	0,035
Cd	0,001
Co	0,009
Cr	0,002
Cu	0,004
Fe	0,001
K	0,124
Mg	0,002
Mn	0,001
Na	0,049
Ni	0,005
P	0,019
Pb	0,007
Si	0,040
Sr	0,001
Zn	0,001

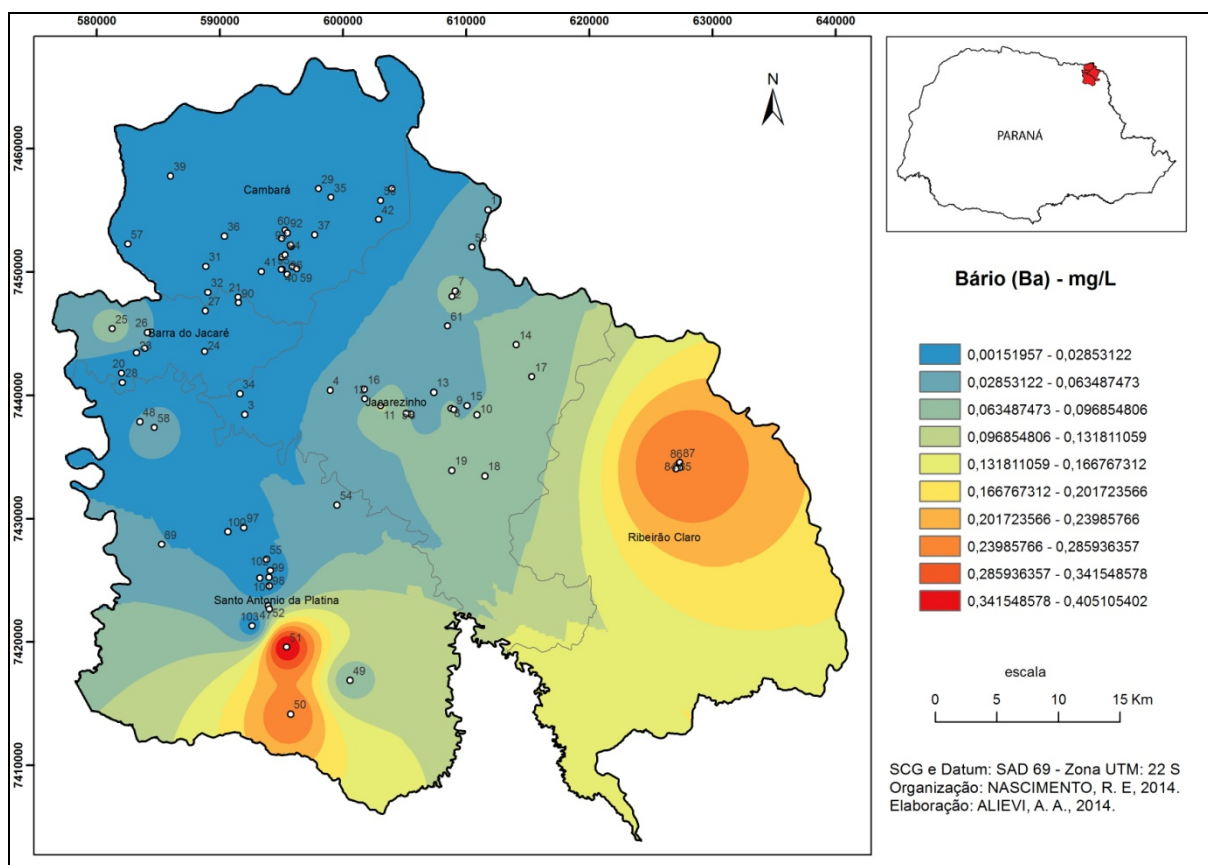
Fonte: Medição ICP-AES e FAAS (2013).

No entanto, destes elementos escolhidos para análise, cerca de 5 (cinco) deles apresentaram valores abaixo do limite de detecção para todas as amostras analisadas, dentre os quais: **Cádmio** (Cd <0,001), **Chumbo** (Pb <0,007), **Cobalto** (Co <0,009), **Cromo** (Cr <0,002) e o **Níquel** (Ni <0,005). Desta forma foi impossibilitada a análise da distribuição espacial destes elementos na área de estudo.

Bário (Ba): o espectro de teores encontrado nas amostras apresenta uma faixa de valores que se inicia na faixa de 0,001 ppm (mg/L) até os 0,407 ppm (mg/L).

Considerando a distribuição espacial dos teores de Bário (Ba) na água analisada (Figura 25), verificam-se duas zonas de anomalia positiva, porém, em áreas distintas deste. Em que pese, estas anomalias do Bário localizam-se nas porções Leste e Sul do recorte espacial, destacando-se que na porção Sul (município de Sto. Antônio da Platina) o poço de n.º 51 apresentou a maior concentração (0,407 mg/L) seguido dos poços 87 (0,289 mg/L - Ribeirão Claro) e 50 (0,285 mg/L - Sto. Antônio da Platina). Ao redor destes poços se constituem as zonas de anomalia para o Bário (Ba).

Figura 25. Distribuição espacial dos teores de Bário (Ba) na área de estudo.



Fonte: Coletas *in situ* e medição por ICP-AES.

No caso específico do município de Ribeirão Claro a zona de anomalia positiva localiza-se sobre a zona urbana do mesmo. Considerando estas concentrações para o elemento bário, as causas podem ser diversas no que tange ao surgimento destas concentrações acentuadas em relação a outros pontos da área de estudo, tanto em termos naturais quanto antrópicos. Pela resolução da Portaria do MS 2914/2011, o limite permitido de Ba (bário) em águas de abastecimento, é de 0,7 mg/L. É um elemento muito tóxico acima deste teor.

Conforme CETESB (2009), a ingestão de pequenas quantidades de bário em curtos períodos de tempo pode provocar vômito, cólicas estomacais, diarreia, dificuldades respiratórias, alterações da pressão sanguínea, adormecimento da face e debilidade muscular. A ingestão de altas quantidades de compostos de bário solúveis em água ou no conteúdo estomacal pode causar alterações no ritmo cardíaco e paralisia, e se não houver tratamento, pode levar a óbito (CETESB, 2009). Em suma, sua ingestão provoca elevação da pressão sanguínea, por vasoconstrição e bloqueio do sistema nervoso, assim, concentrações anômalas de

bário na corrente sanguínea podem resultar em óbitos relacionados (em menor grau) ao sistema nervoso e, principalmente, ao sistema circulatório.

Neste sentido, pode-se traçar uma correlação aproximada entre os casos relativos às doenças do aparelho circulatório (DAC) e os teores de bário (Ba) na água subterrânea amostrada.

Contraopondo os dados de saúde junto aos teores de bário encontrados na zona de anomalia positiva presente no município de Ribeirão Claro verifica-se existir uma correlação significativa entre as duas variáveis. Considerando-se a proporcionalidade dos casos, Ribeirão Claro apresenta um peso significativo no que diz respeito à quantidade de óbitos por DAC no interior da regional, tomando-se o ano de 2010, em que foram registrados 31 óbitos por DAC neste município.

No entanto, atentando-se aos óbitos registrados no ano de 2010 (e acompanhando-se o padrão ao longo da década de 2000 - ver Tabelas 05 a 09, verifica-se que o município de Jacarezinho apresenta o maior volume de óbitos por DAC, porém, neste município não se constituiu uma zona de anomalia positiva.

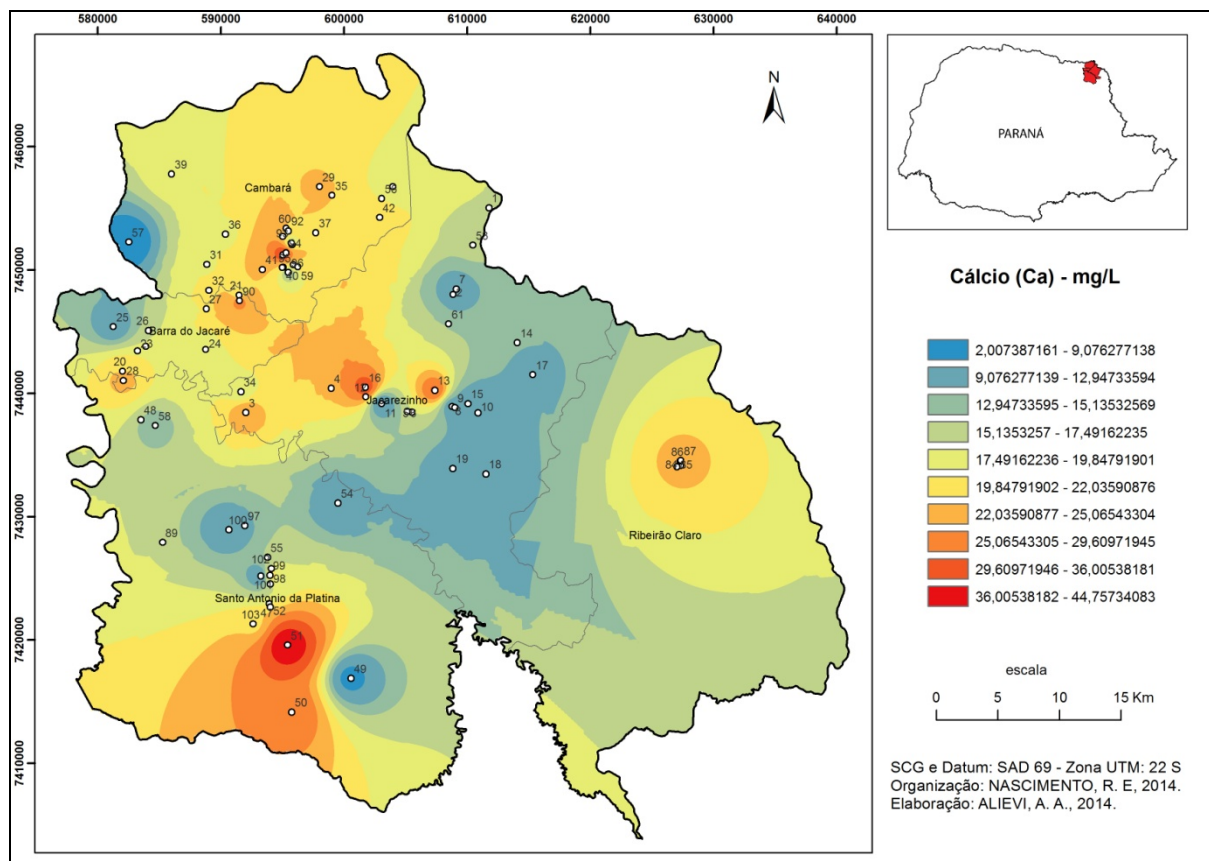
No caso de Santo Antônio da Platina a quantidade de óbitos por DAC é maior do que em Cambará, porém, considerando-se a proporção junto à população local, Santo Antônio da Platina apresenta valores com menor representatividade, o que significa afirmar que a correlação entre a zona anomalia positiva localizada no município tenha pouca correlação com os óbitos por Bário (Ba).

Em suma, a ingestão de teores anormais de Bário pode acarretar em problemas cardíacos essencialmente naqueles constantes no grupo de doenças do aparelho circulatório (DAC). No caso da regional, os óbitos registrados nos municípios de Ribeirão Claro e Santo Antônio da Platina apresentam baixa correlação com as zonas de anomalia positiva encontradas nestes municípios.

Cálcio (Ca): devido a presença de zonas anômalas concentradas nas porções Norte/Central e Sul (menor proporção), é possível que a presença significativa de teores de cálcio esteja relacionada principalmente aos basaltos da Formação Serra Geral. Pode-se asseverar que as quantidades de cálcio nesta área estão diretamente relacionadas ao arcabouço químico-mineralógico do aquífero, pois, conforme Mocellin & Ferreira (2009, p. 575) o mesmo reflete a remoção do cálcio dos plagioclásios e minerais ferromagnesianos dos basaltos. Tal quantidade de

cálcio nas águas subterrâneas fez surgir algumas áreas de anomalia positiva no recorte espacial estudado, conforme constatado na Figura 26:

Figura 26. Distribuição espacial dos teores de Cálcio (Ca) na área de estudo.



Fonte: Coletas *in situ* e medição por ICP-AES.

Em pormenor, destacam-se os poços amostrados no município de Santo Antônio da Platina localizados sobre áreas das formações Rio do Rasto e Teresina (poços n.º 46, 50 e 51), assim como os poços de n.º 13 e 16 (Jacarezinho - Formação Botucatu). Dentre estes, a amostra com maior teor de cálcio foi a do poço 51 com 44,49 mg/L. Cabe ressaltar que o teor de cálcio nas águas subterrâneas varia, de uma forma geral, de 10 a 100 mg/L (ANA, 2002).

De uma forma geral, o cálcio está presente em rochas calcárias (sedimentar), porém, segundo CETEM (2008), quando o cálcio é constituinte dos calcários, o mesmo tem origem nas rochas ígneas. Além destas fontes, destaca-se que uma maior concentração de cálcio em uma determinada área pode vir a ser oriunda de atividade industriais e agrícolas, tais como, respectivamente, a produção de cal (CaO), dessulfurização e de carbonização de ligas ferrosas e não ferrosas

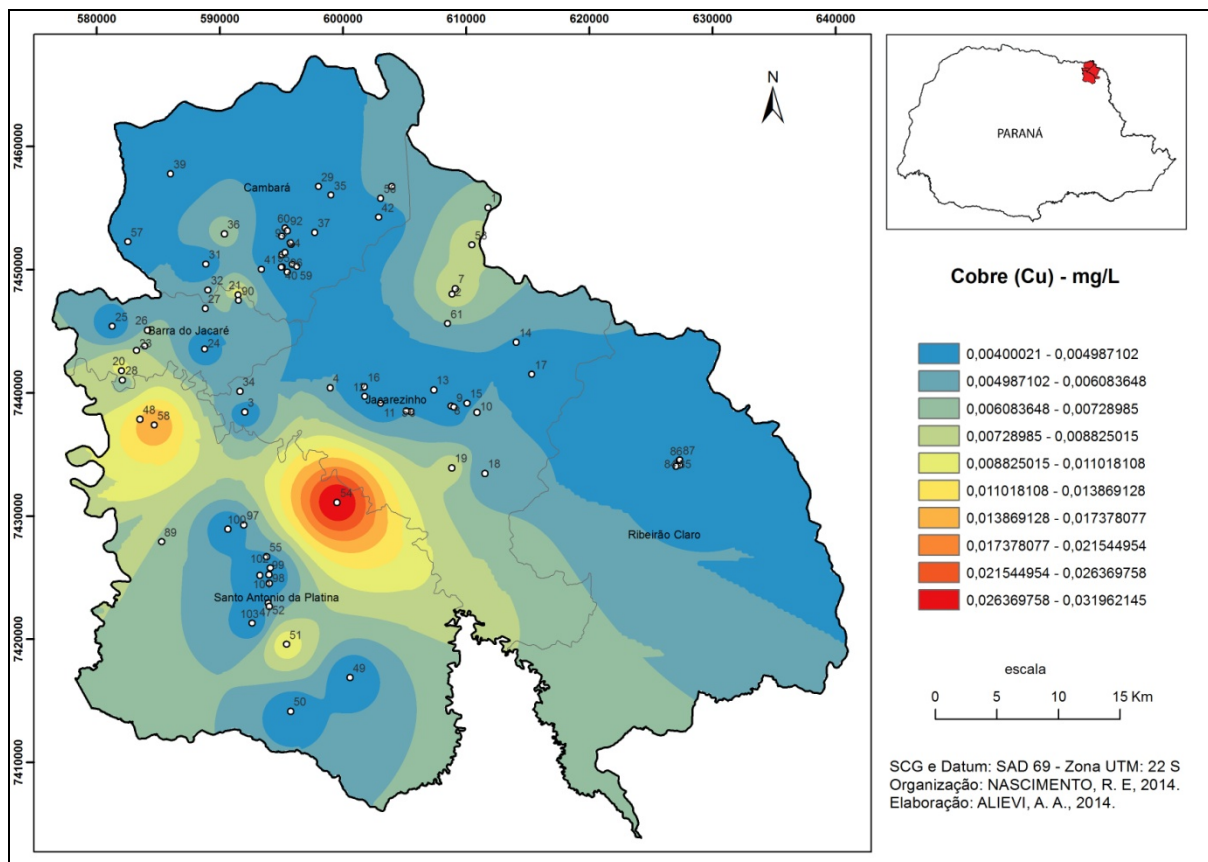
(WINTER, 1998 apud LICHT, 2001, p. 132); e no emprego na forma de calcário aplicado como corretivo agrícola (LICHT, 2001).

Na área que compreende uma faixa que se estende da porção Norte de Cambará, passando pela porção Sudeste de Barra do Jacaré e findando na porção Noroeste/Central de Jacarezinho verifica-se uma extensa faixa onde se praticam, majoritariamente, atividades econômicas ligadas à produção agrícola tais como a lavoura temporária e permanente bem como a pecuária e criação de outros animais (IPARDES, 2010).

Assim o uso do solo nesta faixa se destaca pela presença de propriedades que praticam a agropecuária. No caso específico de Cambará (onde estende-se a maior parte da anomalia positiva), conforme Llanilo (et al., 2006) o município caracteriza-se pela agricultura moderna de grãos, pouca pecuária e mão-de-obra permanente, apresentando o município de Barra do Jacaré as mesmas características. No que diz respeito aos municípios de Jacarezinho, Ribeirão Claro e Santo Antônio da Platina, predominam as pastagens plantadas e pecuária bovina extensiva e mão-de-obra permanente (LLANILO et al., 2006, p.125).

Cobre (Cu): analisando-se a Figura 27 verifica-se uma zona de anomalia preponderante na porção Nordeste do município de Santo Antônio da Platina, onde na água amostrada do poço de n.º 54 foi encontrado um teor de 0,032 mg/L (32 µg/L) para o Cobre (Cu). Conforme determina a Portaria do MS 2914/2011, o teor máximo permitido em águas de abastecimento público é de 2 mg/L (2.000 µg/L).

Figura 27. Distribuição espacial dos teores de Cobre (Cu) na área de estudo.



Fonte: Coletas *in situ* e medição por ICP-AES.

Conforme Alievi (2012) o cobre (Cu) é um elemento que ocorre, em geral, em baixas concentrações na água subterrânea, devido sua pequena solubilidade, fato que se pode verificar junto aos teores apresentados nas amostras analisadas nesta pesquisa. Pode-se afirmar que um teor elevado para este elemento químico em águas subterrâneas possa ter maior ligação com atividades humanas propriamente ditas.

Segundo o autor supracitado, "As atividades humanas responsáveis pela introdução de cobre na água são: corrosão de tubos de cobre e de latão por águas ácidas, algicidas, fungicidas usados na preservação da madeira e indústria de mineração, fundição, galvanoplastia e refino" (ALIEVI, 2012, p. 135).

Ponderando acerca desta área de anomalia no entorno do poço n.º 54, verifica-se que o mesmo localiza-se às margens da rodovia Transbrasiliana em um posto de ajuda aos usuários da rodovia. A área caracteriza-se pela presença de pequenos resquícios de mata original e por pastagens permanentes. A princípio não

se observam atividades industriais, que normalmente se configura como fator de risco para teores anormais devido seus dejetos conterem cobre.

De qualquer forma, Cortecchi (2006) afirma que “[...] os problemas de toxicidade por excesso de cobre são limitados a situações ambientais particulares, como áreas de mineração, metalurgia e usos de fungicidas”. Porém, o uso excessivo de sulfato de cobre em agricultura pode contaminar solos, águas e a produção agrícola. Segundo o autor supracitado as patologias mais comuns em função da ingestão de cobre em demasia são os problemas gastrintestinais e, em escala menor, anemias hemolíticas e complicações hepato-renais.

Para tentativamente correlacionar as áreas de anomalia positiva aos dados de saúde, optou-se pelos óbitos por doenças do aparelho digestivo (DAD) e doenças do aparelho circulatório (DAC) visto que o excesso de cobre pode provocar o mal funcionamento cardíaco e morte por colapso cardíaco (CORTECCI, 2006, p. 26).

Desta forma, os municípios com maior quantidade de óbitos por DAD são (conforme Figura 18): Jacarezinho, Ribeirão Claro, Cambará, Barra do Jacaré e por fim Santo Antônio da Platina (ordem decrescente). Desta situação pode-se considerar que a correlação entre a zona de anomalia positiva para o Cobre (Cu) e os óbitos por DAD em Sto. Antônio da Platina é inexistente. No entanto deve-se chamar a atenção para a pequena área de teores anômalos ao Norte do município de Jacarezinho (poços 2, 7 e 53). Neste, o poço n.º 53 se localiza em unidade de pesagem de caminhões em estrada federal, local em que caminhoneiros e população vizinha utilizam-se da água explotada pelo mesmo.

No caso envolvendo as DAC, os municípios de Jacarezinho, Cambará e Ribeirão Claro são os que apresentam, respectivamente, os maiores índices de óbitos por este grupo de causas. Tal como ocorre com a situação anterior, a correlação entre DAC e os teores de cobre é fraca, exceto pelo mesmo fato relatado anteriormente.

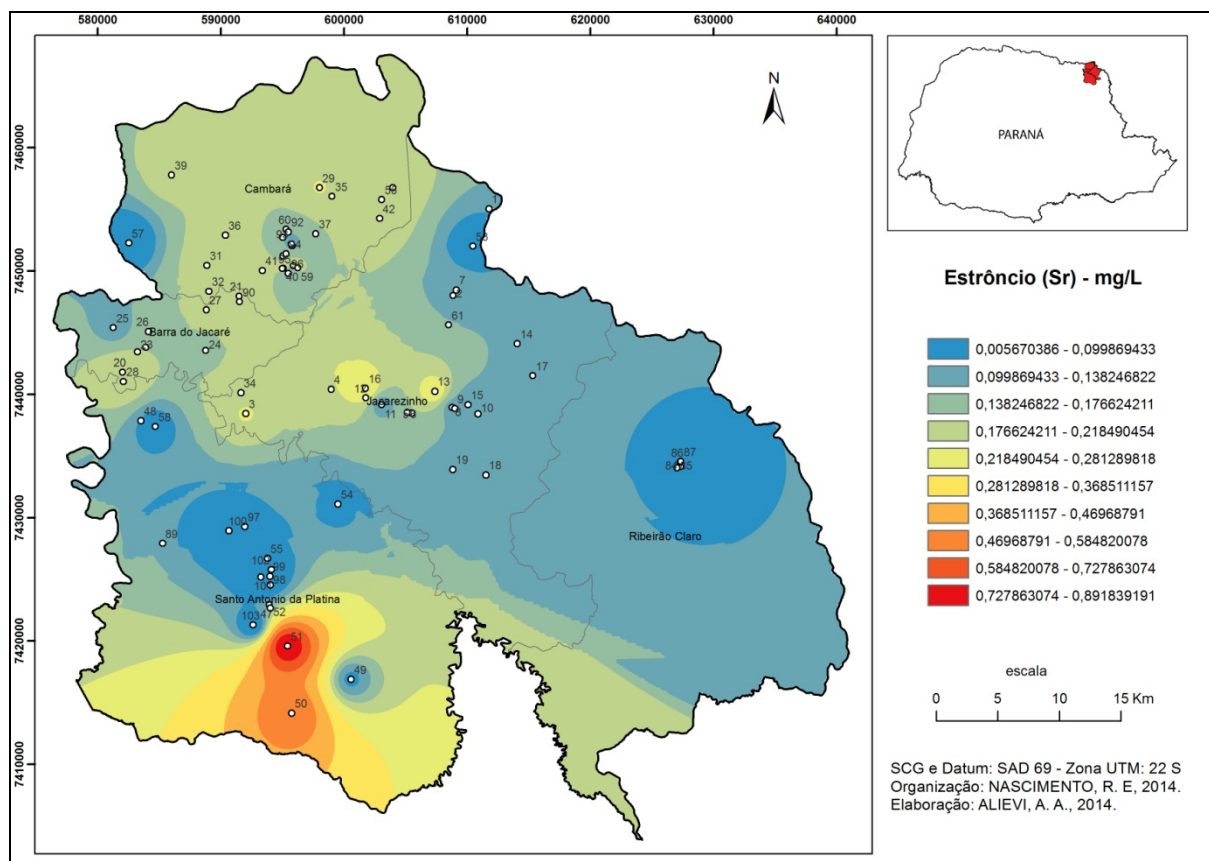
Estrôncio (Sr): segundo CPRM (1998 apud Alievi, 2012), o estrôncio (Sr) tem um papel semelhante ao do cálcio no metabolismo humano, não sendo, portanto, tóxico. No entanto, os isótopos naturais Sr-89 e Sr-90 são extremamente perigosos uma vez ingeridos, pois ocupam o lugar do cálcio na estrutura óssea. Atuam, então, como

fonte de radiação interna, podendo danificar a medula óssea e as células do sangue em formação e contribuindo para o aparecimento do câncer.

A presença de estrôncio (Sr) se dá principalmente em rochas denominadas carbonatitos (principal fonte dos metais alcalinos terrosos Ca-Ba-Sr), no entanto, também são fontes deste elemento as zonas enriquecidas por contaminação oriunda da indústria açucareira por meio da liberação de carbonato (SrCO_3) e óxido de estrôncio (SrO), assim como contaminação oriunda de fábricas de televisores/monitores (CPRM, 1998).

Conforme a Figura 28, a zona de anomalia preponderante localiza-se na porção Sul do município de Sto. Antônio da Platina, especificamente no entorno dos poços de número 50 e 51. Respectivamente, os mesmos estão situados em uma propriedade particular e em uma empresa com atividades industriais, neste último o teor apresentado foi de 0,896 mg/L (896 $\mu\text{g/L}$), o maior dentre todas as amostras.

Figura 28. Distribuição espacial dos teores de Estrôncio (Sr) na área de estudo



Fonte: Coletas *in situ* e medição por ICP-AES.

Segundo Berrigan (2003 apud Alievi, 2012, p. 138), os efeitos do Estrôncio 90 na saúde humana, como de outros elementos radioativos não se limitam à incidência de câncer, mas em níveis elevados pela exposição correlacionam-se ao aumento da mortalidade infantil por defeitos cardíacos e circulatórios, abortos, mortes neonatais (BERRIGAN, 2003 apud ALIEVI, 2012, p. 138).

Dada a impossibilidade de se verificar qual isótopo está presente nas amostras e, devido à baixa toxicidade do estrôncio, de uma forma geral, a correlação entre as áreas de anomalia positiva e os dados de saúde torna-se prejudicada. Ainda assim, considerando-se uma possibilidade de que possa existir uma correlação destes teores de estrôncio e casos de câncer, pode-se buscar esta correlação entre os mesmos, ainda que precária.

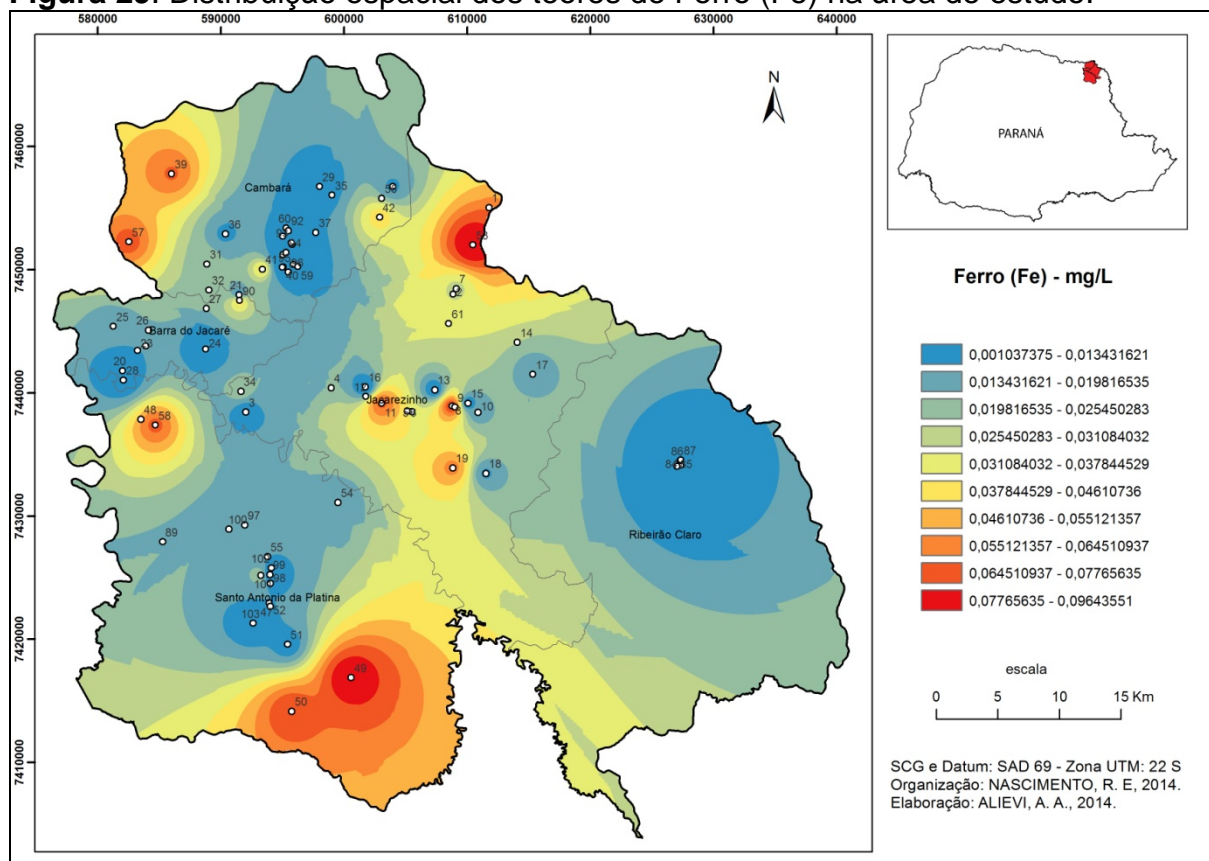
No entanto, analisando-se os dados verifica-se que de fato está correlação (fundamentalmente já prejudicada) se verifica muito fracamente no município de Cambará onde se observa uma faixa de anomalia positiva (muito incipiente) que se estende à porção Oeste de Jacarezinho. Nesta área, principalmente no município de Cambará poder-se-ia traçar alguma correlação entre os dados, porém, a mesma é muito fraca devido os fatores elencados anteriormente. No caso da anomalia em Sto. Antônio da Platina a correlação é ainda mais irrelevante devido à baixa taxa de óbitos por neoplasias registrada neste município.

Ferro (Fe): mesmo sendo um elemento abundante na natureza, nas águas subterrâneas os teores de ferro normalmente encontrados são de no máximo 0,3 mg/L e o mesmo ocorre sob diversas formas químicas, frequentemente aparecendo associado ao manganês (SANTOS, 1997, p. 92). O autor destaca ainda que, nas águas subterrâneas, um alto teor de ferro significa que o mesmo possa estar ligado à ocorrência de ferrobacterios ou mesmo à corrosão do revestimento ou filtro do poço (SANTOS, 1997, p. 92).

A Figura 29 demonstra uma distribuição dispersa dos teores de ferro (Fe) nas amostras no interior do recorte espacial. Existem duas zonas de anomalia bastante expressivas representadas, pelos poços n.º 44 e 49 (Sto. Antônio da Platina) e poço n.º 53 (Jacarezinho), em uma faixa que se estende da porção Sul à porção Norte da área de estudo. Na zona central da mesma verifica-se uma outra zona de anomalia menos destacada no mesmo município de Jacarezinho. Em

direção à porção Noroeste do recorte espacial estudado, verifica-se também uma zona de anomalia até mais significativa que está última, no município de Cambará. Retornando ao município de Sto. Antônio da Platina, observa-se uma quinta zona de anomalia representada pelo entorno dos poços 48 e 58, à Noroeste do município em destaque.

Figura 29. Distribuição espacial dos teores de Ferro (Fe) na área de estudo.



Fonte: Coletas *in situ* e medição por ICP-AES.

Em termos de presença dos teores mais elevados, pode-se destacar entre estes poços aqueles de n.º 53 (0,097 mg/L), 49 (0,095 mg/L), 8 (0,08 mg/L), 50 (0,076 mg/L), 57 (0,07 mg/L), 11 (0,068 mg/L) e 58 (0,068 mg/L). Mesmo a amostra com teor mais elevado (poço 53) não apresenta um valor considerado perigoso à saúde humana visto que na Portaria do MS 2914/2011 o valor máximo permitido para consumo humano é de 0,300 mg/L (300 µg/L).

Entretanto, estas áreas de anomalia positiva podem constituir-se em possíveis áreas de risco visto que estas concentrações de pontos que diferem de um valor mediano de ferro (Fe) podem ser relacionadas à causa de doenças, pois, tanto a deficiência como o excesso de ferro no ser humano provocam problemas de

saúde que enquadram-se no quadro de doenças nutricionais e metabólicas e, mesmo que não provoquem a morte do indivíduo, estes diferentes níveis de ferro no sangue produzem agravos ao metabolismo, ou no mínimo, são indícios para tal (ALIEVI, 2012).

Assim, há possibilidade de correlação dos níveis de ferro na água subterrânea amostrada com os óbitos por doenças endócrinas nutricionais e metabólicas (DENM).

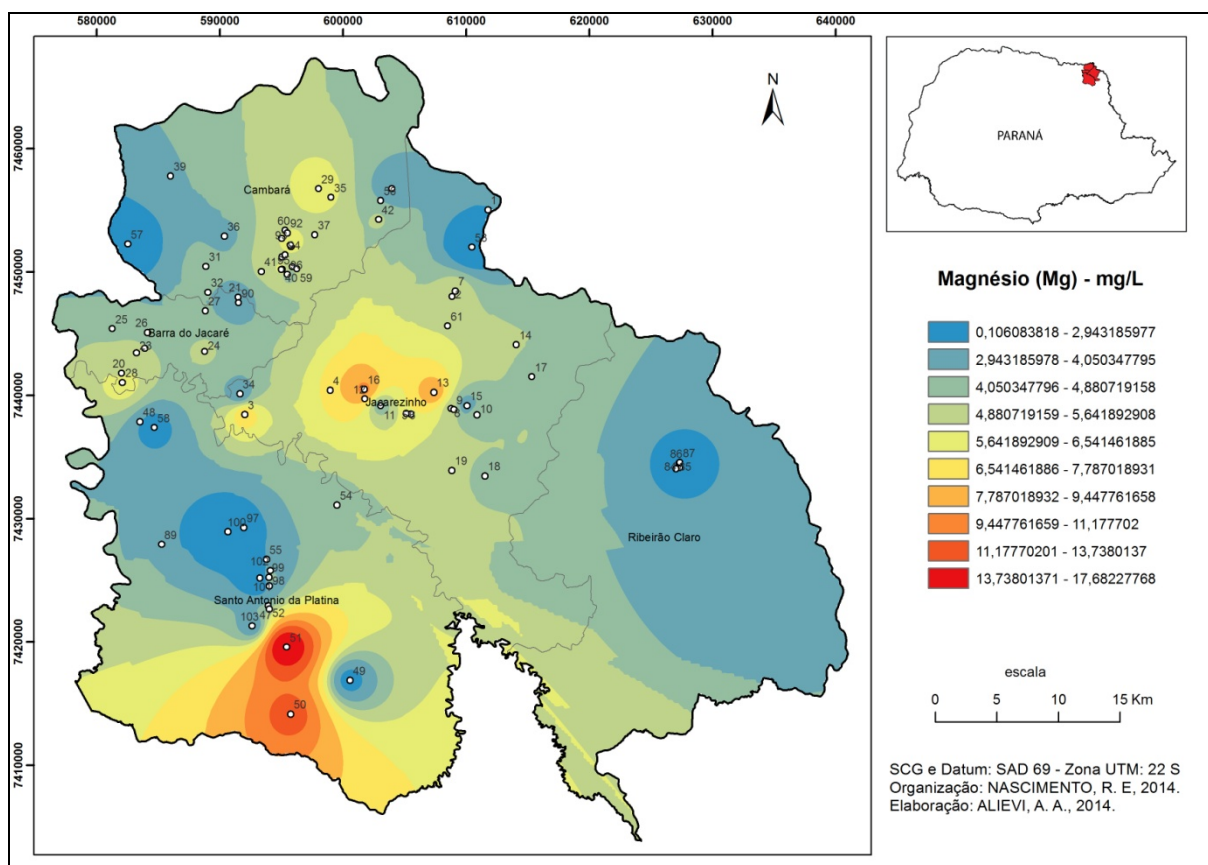
Correlacionando estas ocorrências (anomalias positivas) aos óbitos por DENM percebe-se que a correlação é pouco significativa nos municípios de Santo Antônio da Platina e Jacarezinho visto que estes não figuram entre os municípios com os valores mais elevados de óbitos por DENM na área de estudo. No entanto, a correlação pode ser traçada pois estes municípios apresentam tanto as anomalias positivas como também os casos de óbitos por este grupo de causas.

Chama a atenção o fato de Cambará apresentar uma anomalia positiva para o ferro (Fe) até mesmo considerável mas que porém não tem correspondente com os dados de saúde posto que este município foi o que apresentou a menor taxa de óbitos por DENM no recorte espacial, inviabilizando assim uma correlação entre as duas variáveis neste município, em específico.

Magnésio (Mg): seguindo um padrão já observado para os elementos analisados até o momento, constata-se que as concentrações de magnésio (Mg) encontrados nas amostras dos poços localizados na porção Sul de Sto. Antônio da Platina (n.º 50 e 51) são os mais elevados no recorte espacial (Figura 30). É preciso ressaltar que esta área tem demonstrado teores mais elevados para vários elementos aqui considerados e este fato mantém seu padrão para o elemento magnésio.

De acordo com Licht (2001), o excesso de magnésio no organismo pode ser maléfico à saúde humana, pois, provoca distúrbios intestinais. Apesar dos compostos de magnésio não serem normalmente tóxicos, minerais magnesianos como o asbesto, devido sua forma fibrosa, são carcinogênicos (KOLJOLEN et al. apud MINEROPAR, 2005, p.261).

Figura 30. Distribuição espacial dos teores de Magnésio (Mg) na área de estudo.



Fonte: Coletas *in situ* e medição por ICP-AES.

Portanto, as anomalias positivas dos teores de magnésio são passíveis de correlação junto a doenças neoplásicas, ainda que esta correlação configure-se enquanto indício, pois, como afirmado por Alievi (2012, p. 141):

[...] visto que há somente possibilidade de que os óbitos por neoplasias possam relacionar-se diretamente ao consumo de água subterrânea com elevado teor de magnésio em sua composição, o que ao mesmo tempo, não descarta a possibilidade de tal ocorrência. Fato é que correlações de tal natureza são voltadas mais à caracterização de áreas de risco do que à comprovação das causas da mortalidade por neoplasias (devido à complexidade dos processos de desenvolvimento de doenças cancerígenas) [...] (ALIEVI, 2012, p.141).

Posto desta forma, é possível averiguar que se conformam áreas de risco (anomalia positiva) principalmente na porção Sudoeste (Sto. Antônio da Platina) e Central (Jacarezinho) da área de estudo. Ocorrências menos significativas também se deram nos municípios de Cambará e Barra do Jacaré. Em Ribeirão Claro não se verifica a constituição de anomalias, mas sim reflexos (resquícios a partir de dados adjacentes) do método de interpolação utilizado (IDW).

Relacionando estas ocorrências com os dados de saúde relativos aos óbitos por neoplasias é possível traçar uma correlação entre a anomalia encontrada no município de Cambará e os óbitos por neoplasia registrados no mesmo. Este último apresentou a maior taxa de óbitos considerando a proporcionalidade dos números para os diferentes municípios, isto significa dizer que efetuando-se a normalização dos dados considerando-se as diferenças na quantidade populacional para cada município, obteve-se um índice proporcional que relativiza o peso de cada município na composição da situação de saúde dada pelo número de óbitos para cada grupo de causas.

Assim, considerando este raciocínio, o município de Cambará apresentou a maior taxa de óbitos para neoplasias, seguido de Ribeirão Claro, Barra do Jacaré, Jacarezinho e Sto. Antônio da Platina. Neste último verifica-se uma zona de anomalia bastante relevante mas que não tem correlação significativa junto aos dados de saúde a pouco ressaltados.

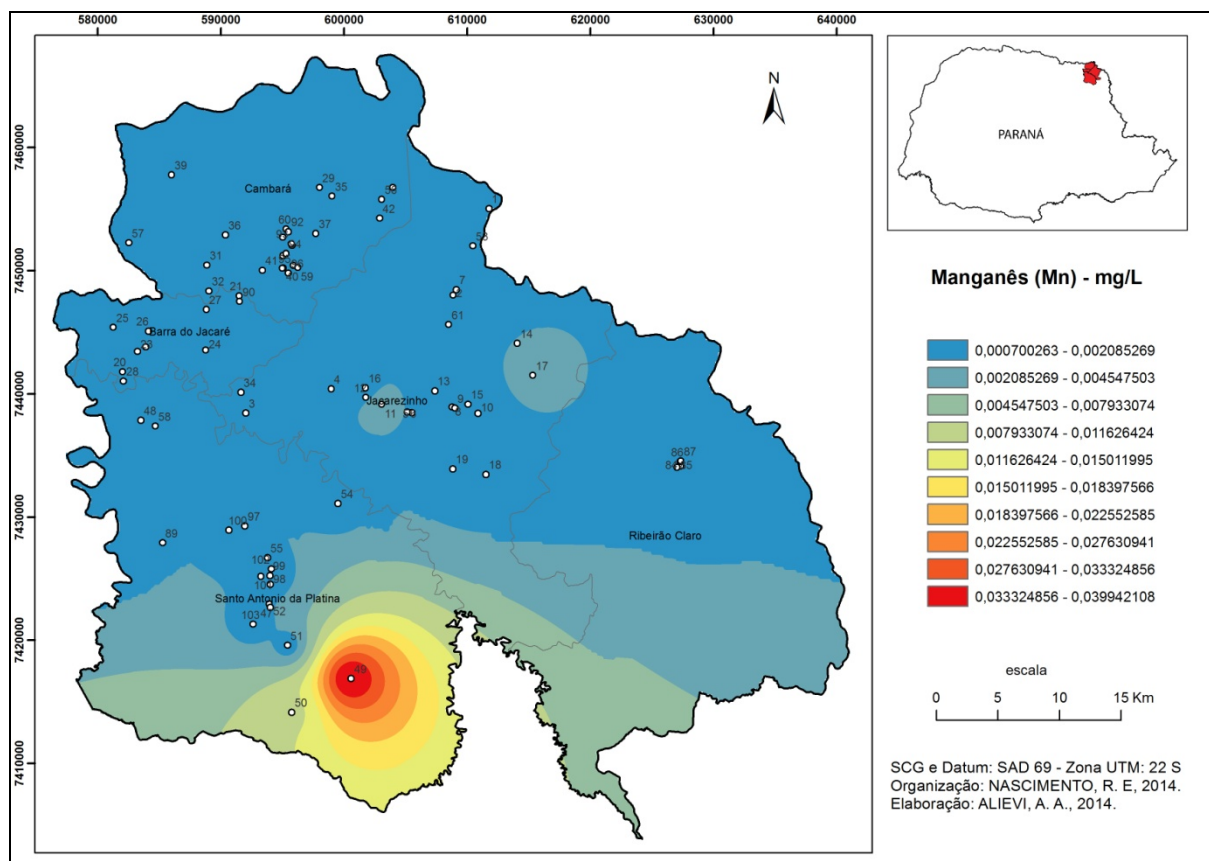
Manganês (Mn): segundo Santos (1997), em geral, o manganês (Mn) é menos frequente nas águas subterrâneas do que o ferro (Fe). Conforme a Portaria do MS 2914/2011, constata-se que o valor máximo permitido (VMP) para o elemento manganês nas águas subterrâneas é de 100 µg/L (0,1 mg/L) para consumo humano. Na área de estudo verificaram-se valores que variavam do 0,0007 aos 0,0399 mg/L, bastante abaixo do que é preconizado pela Portaria do MS.

Para Koljolen et al. (1992 apud MINEROPAR, 2005) alguns indivíduos expostos a altíssimas quantidades de Mn (manganês) por longos períodos de tempo desenvolveram distúrbios mentais e emocionais. Ainda, os autores afirmam que "[...] os principais distúrbios envolvendo o manganês são: anorexia, alucinações, dificuldade de memorização, raciocínio confuso, insônia, mialgias, alterações neurológicas similares ao Parkinsonismo, cefaléias hipertensivas" (KOLJOLEN et al., 1992 apud MINEROPAR, 2005).

Para o caso específico dos teores de manganês encontrados constata-se que de uma forma geral as leituras foram baixas, bem como as concentrações acima da média no interior do recorte espacial. É necessário ressaltar, dessa forma, que existe uma única zona de anomalia positiva relativa ao entorno do poço de número 49, e essa anomalia é um valor acima da média dos

outros pontos, sendo que estes ainda estão dentro do padrão de potabilidade, e está localizado na porção Sul da área de estudo, conforme demonstrado na Figura 31.

Figura 31. Distribuição espacial dos teores de Manganês (Mn) na área de estudo.



Fonte: Coletas *in situ* e medição por ICP-AES.

Especificamente, este poço situa-se na zona rural do município de Sto. Antonio da Platina e tem sido utilizado pelas famílias que residem na propriedade em que poço foi instalado bem como por famílias da vizinhança. Tratando-se de uma área agrícola, a mesma está assentada sobre área de argissolos (EMBRAPA, 2012) e conforme Nuñez (et al., 1999) o aumento anormal das concentrações de manganês (e cobre) nos solos resulta da deposição atmosférica e da aplicação de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos.

Predominam nas proximidades do poço plantações de café, além de pastagens, com poucas áreas de mata nativa (que viria a dificultar a infiltração da água no solo. Ademais, os argissolos são caracteristicamente bem drenados, o que facilita a infiltração da água e, conseqüentemente, de algum contaminante que porventura possa ser dispersado por alguma atividade humana na área. Entretanto,

somente uma análise mais detalhada poderia corroborar concretamente esta afirmação, então, especula-se que os teores anormais encontrados nesta amostra possam indicar uma fonte antrópica de contaminação que demanda uma averiguação mais apurada.

Em termos de relação com a saúde humana, conforme CETESB (2009), o manganês é um nutriente essencial em pequenas quantidades para muitos organismos vivos, incluindo o ser humano, principalmente em processos reprodutivos, manutenção da estrutura óssea e funcionamento do sistema nervoso. Além disso "A exposição a níveis muito elevados pode resultar em efeitos neurológicos e neuropsiquiátricos, como alucinações, instabilidade emocional, fraqueza, distúrbios de comportamento e da fala [...]" (CETESB, 2009).

Tendo como base está informação torna-se possível correlacionar os níveis anormais para o elemento manganês aos dados relativos os Transtornos Mentais e Comportamentais (TMC) bem como aos casos representados pelas Doenças do Sistema Nervoso (DSN). Ainda que não seja, segundo a literatura, causa de óbitos para estes grupos de causa, sua influência sobre o agravamento das mesmas é bastante significativa, principalmente em termos neurológicos.

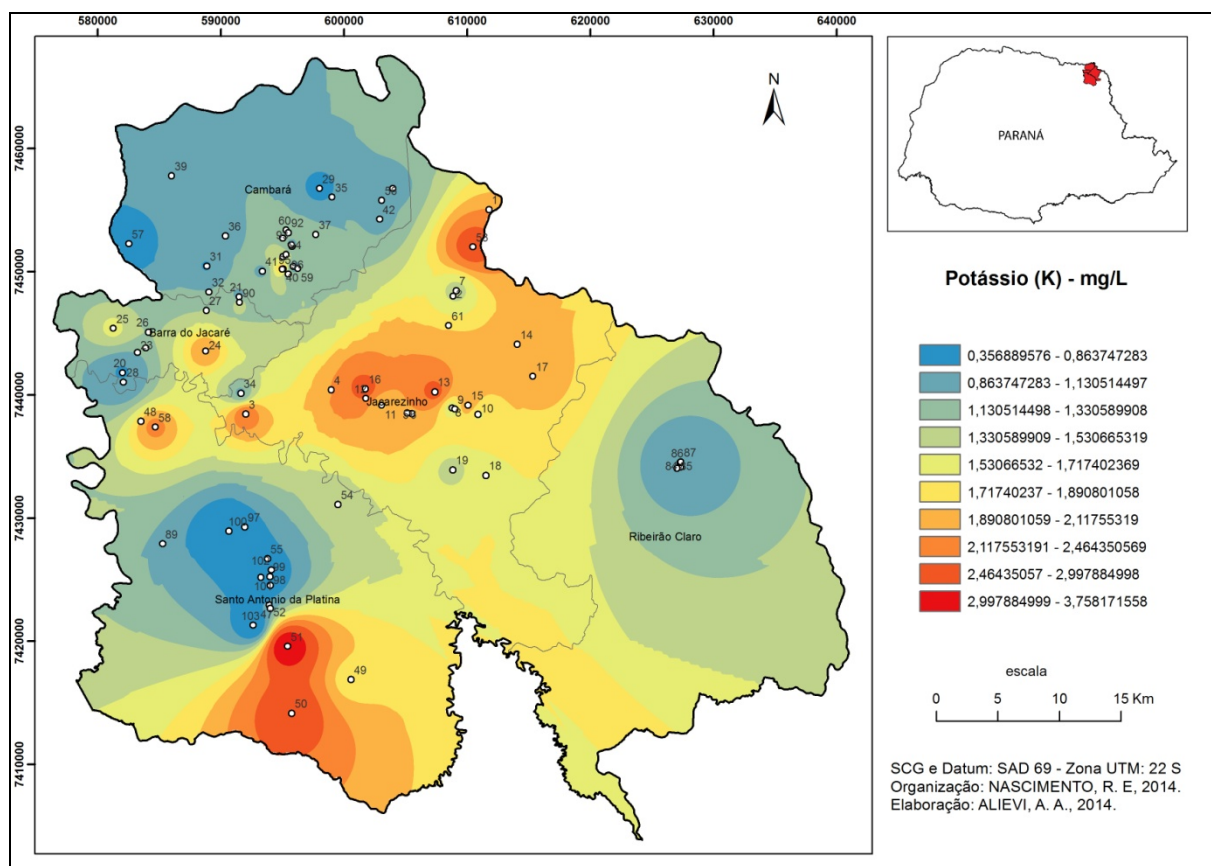
Assim, a princípio verifica-se uma correlação significativa entre os teores e os óbitos por DSN no município de Sto. Antonio da Platina, porém, como o poço abastece uma população particular dos arredores, torna-se impraticável uma correlação preponderante junto à população de todo município. No caso da TMC a correlação é ainda mais fraca visto que Sto. Antônio da Platina figura como um município que a taxa de óbitos por TMC é menor do que a apresentada pelos municípios de Ribeirão Claro e Jacarezinho (que não apresentaram zona de anomalia positiva para manganês).

Potássio (K): conforme Alievi (2012), o potássio e seus sais são essenciais para os processos vitais, tanto que é o cátion mais importante nos fluidos intracelulares. Por outro lado, os sais de potássio são extremamente tóxicos quando injetados.

O potássio é o sétimo elemento químico mais abundante na crosta terrestre, sendo que há décadas rochas portadoras de potássio (K) vêm sendo estudadas como opção para o fornecimento, dentre outros, do elemento na produção de fertilizantes, visto que cerca de 95% da produção mundial de potássio é utilizada na fabricação de fertilizantes.

Na área de estudo (Figura 32) pode-se comprovar uma série de zonas de anomalia positiva, demonstrando haver uma dispersão destas sobre os municípios de Jacarezinho, Sto. Antonio da Platina e Barra do Jacaré (menos significativa). Dentre as amostras, em ordem decrescente, aquelas com os maiores teores de potássio: poço 51 (3,760 mg/L); poço 50 (2,995 mg/L); poço 53 (2,780 mg/L); poço 13 (2,673 mg/L) e por fim, poço 16 (2,672 mg/L)

Figura 32. Distribuição espacial dos teores de Potássio (K) na área de estudo.



Fonte: Coletas *in situ* e medição por FAAS.

Estes são os poços mais significativos em termos de teores encontrados em meio às zonas de anomalia constituídas. Tal como vem ocorrendo para outros elementos, as amostras dos poços 50 e 51 novamente apresentaram teores anômalos comparados às amostras restantes e, no caso do potássio, chama a atenção o fato de que esta zona de anomalia (porção Sul de Sto. Antonio da Platina) se constitua muito próxima de uma área de teores muito baixos, o que indica - por meio da isolinhas locais -, uma variabilidade muito ampla nas concentrações de potássio na água subterrânea desta área.

Outra zona de anomalia expressiva se estende da porção Oeste (poços 24, 48 e 58) em direção à porção Central (poços 13 e 16) até alcançar a porção Nordeste (poço 53), configurando uma faixa da anomalia positiva para potássio que perpassa os municípios de Barra do Jacaré, Sto. Antonio da Platina e Jacarezinho.

Nesta área em que se estabelece a zona de anomalia predominam rochas das formações Rio do Rasto e Teresina, bem como da formação Serra Geral, em menor expressão. É preciso ressaltar que os feldspatos alcalinos, os feldspatóides e as micas são considerados potenciais fontes alternativas de potássio (K) para a fabricação de fertilizantes na forma de sais, de termofosfatos ou para aplicação direta ao solo (NASCIMENTO e LOUREIRO, 2004).

A quantidade média de potássio numa pessoa de 70 kg é de 140 g e a ingestão diária é em média de 1400 a 7400 mg (WINTER, 1998 apud MINEROPAR, 2005, p. 307). Os principais distúrbios envolvendo o potássio são: confusão mental, disfasia, cansaço. Ainda assim, conforme CETESB (2009):

Não existe evidência de que os níveis de potássio encontrados na água potável, mesmo naquelas tratadas com permanganato de potássio, possam causar qualquer risco à saúde do consumidor. Embora o potássio possa causar algum efeito em indivíduos suscetíveis, o ingresso do composto por ingestão de água potável é bem abaixo do nível no qual os efeitos adversos podem ocorrer. A principal preocupação está relacionada ao consumo de água potável tratada com potássio, principalmente cloreto de potássio. Para indivíduos de grupos de alto risco, como portadores de insuficiência renal e outras doenças, por exemplo, como do coração, da artéria coronária, hipertensão, diabetes, insuficiência adrenal, hipercalcemia preexistente [...] (CETESB, 2009).

Desta forma, em termos de agravo à saúde humana, o elemento potássio apresenta alguma relação com doenças cardíacas dada sua capacidade em piorar a situação de quadros clínicos em que as doenças de ordem renal e/ou cardíacas já estão se desenvolvendo nos pacientes do alto risco. Assim, o teor anormal de potássio em determinadas amostras não se constitui enquanto possibilidade de agravo à população em geral, mas sim a um grupo específico da população que já se enquadra em grupos de alto risco (doenças renais e cardíacas), como afirmado anteriormente.

Silício (Si): embora seja o elemento mais largamente encontrado nas rochas, não ocorre em concentrações significativas devido essencialmente à baixa solubilidade

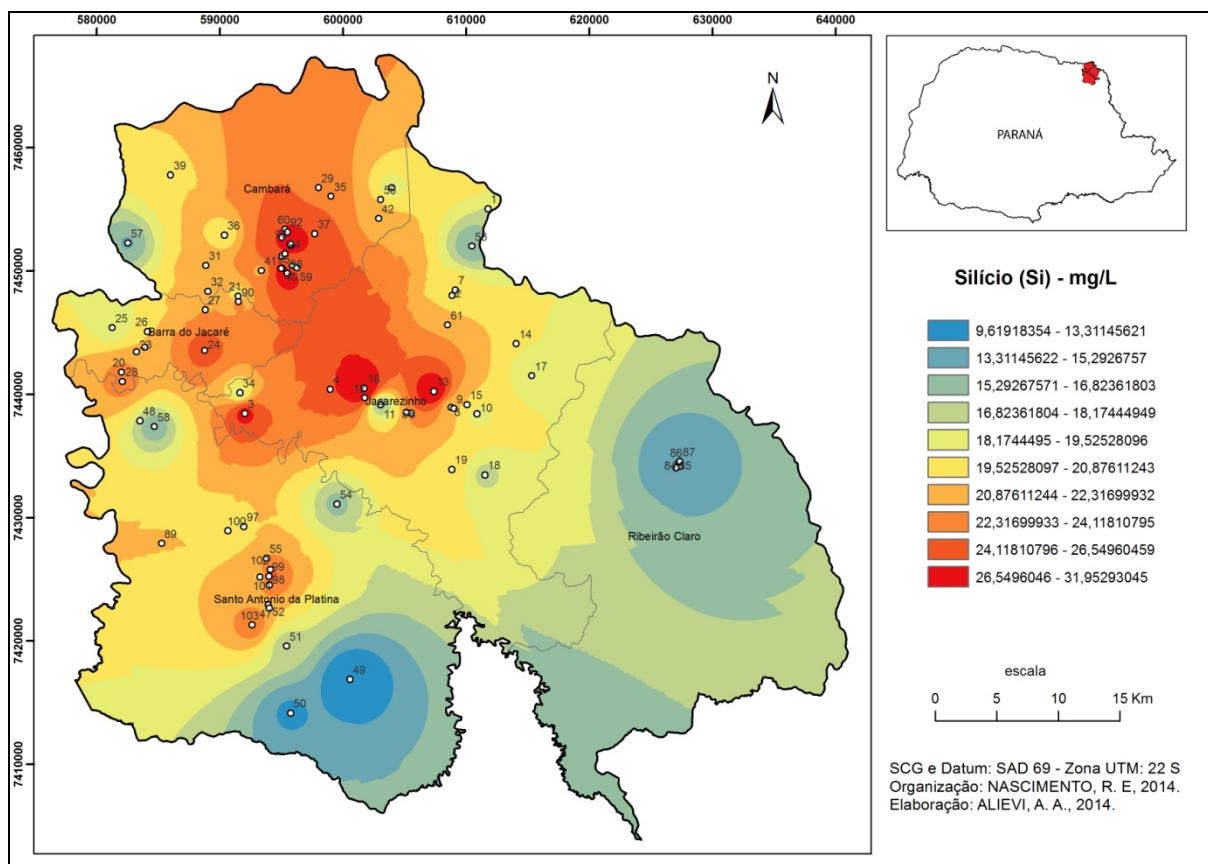
dos compostos que forma no intemperismo das rochas. Segundo o autor, sua presença nas águas não prejudica à saúde nem à agricultura, “[...] porém é prejudicial quando as águas são utilizadas para fins industriais, porque a sílica forma incrustações resistentes, principalmente em caldeiras” (SANTOS, 1997, p. 97).

Ainda assim, não há parâmetros para verificar se estes teores são altos o suficiente para promover algum agravo à saúde humana pois as resoluções da CONAMA e CETESB não enumeram valores máximos permitidos para este elemento.

Analisando-se a distribuição espacial dos teores de silício nas amostras verifica-se uma grande área de anomalia positiva em uma faixa que se estende entre os municípios de Cambará, Barra do Jacaré e Jacarezinho, com uma certa descontinuidade no município de Sto. Antônio da Platina, conforme visualiza-se na Figura 33.

Geologicamente, a área em que se constitui a maior parte desta anomalia é representada pela formação Serra Geral e por porções menores das formações Botucatu e Rio do Rastro. Caracteristicamente, as rochas basálticas da formação Serra Geral são compostas em sua maioria por teores elevados de sílica (SiO_2) (TEIXEIRA et al., 2003).

Figura 33. Distribuição espacial dos teores de Silício (Si) na área de estudo.



Fonte: Coletas *in situ* e medição por ICP-AES.

Segundo Rodrigues, Mantovani e Lopes (2004), o termo sílica refere-se aos compostos de dióxido de silício em suas diversas formas incluindo sílica cristalina, amorfa e vítrea. Sílica livre e cristalina (SiO_2) – o agente etiológico da silicose – é um dos minerais mais comuns na crosta terrestre, apresentando-se em três formas quartzo, tridimita e cristobalita.

Segundo Santos (1997 apud Alievi, 2012, p. 143), podem ser encontrados teores de até 20 mg/L para silício nas águas subterrâneas e, quando são do tipo bicabornatada sódica, os teores de sílica podem alcançar o valor de 100 mg/L. Teores relativamente altos de sílica podem estar relacionados aos minerais de argila e os feldspatos presentes nas rochas ígneas do aquífero Serra Geral e que também apresentam quartzo na composição, uma importante fonte de liberação de silício (SANTOS, 1997 apud ALIEVI, 2012, p.143).

Considerando a questão da toxicidade do silício, deve-se atentar para a forma mais contundente de doença relacionada à ingestão de silício, a silicose, destacada anteriormente. Esta doença é causada pela inalação de poeira

contendo sílica cristalina e afeta o sistema respiratório, porém, é dificilmente encontrada em água subterrânea visto que a sílica cristalina (quartzo) é quase insolúvel, além de que "concentrações muito altas de sílica são encontradas em águas com pH acima de 9 [...] muito raras" (CELLIGOI, 1999, p. 93).

Desta forma é necessário ressaltar que as correlações entre as anomalias positivas e os óbitos por doenças do aparelho respiratório (como a silicose) "[...] podem ser fracamente estabelecidas, mais no sentido da atenção às anomalias positivas encontradas e seus possíveis efeitos à saúde do que à relação direta das mesmas com os óbitos por DAR" (ALIEVI, 2012, p. 145). Neste sentido, procurar-se-á correlacionar os óbitos por DAR às áreas de anomalia positiva dos teores de silício.

Verificou-se uma correlação significativa (dentro dos parâmetros destacados anteriormente) entre as elevadas taxas de óbitos por doenças do aparelho respiratório (DAR) registrados nos municípios de Cambará e Jacarezinho, onde se estende a faixa de anomalia positiva dos teores de silício. Desconsiderando-se a questão da presença ou não da sílica cristalina na água amostrada, esta correlação seria bastante forte.

Sódio (Na): segundo CETESB (2009), todas as águas naturais contêm sódio, visto ser um dos elementos mais abundantes na Terra e seus sais são altamente solúveis em água, encontrando-se na forma iônica (Na⁺).

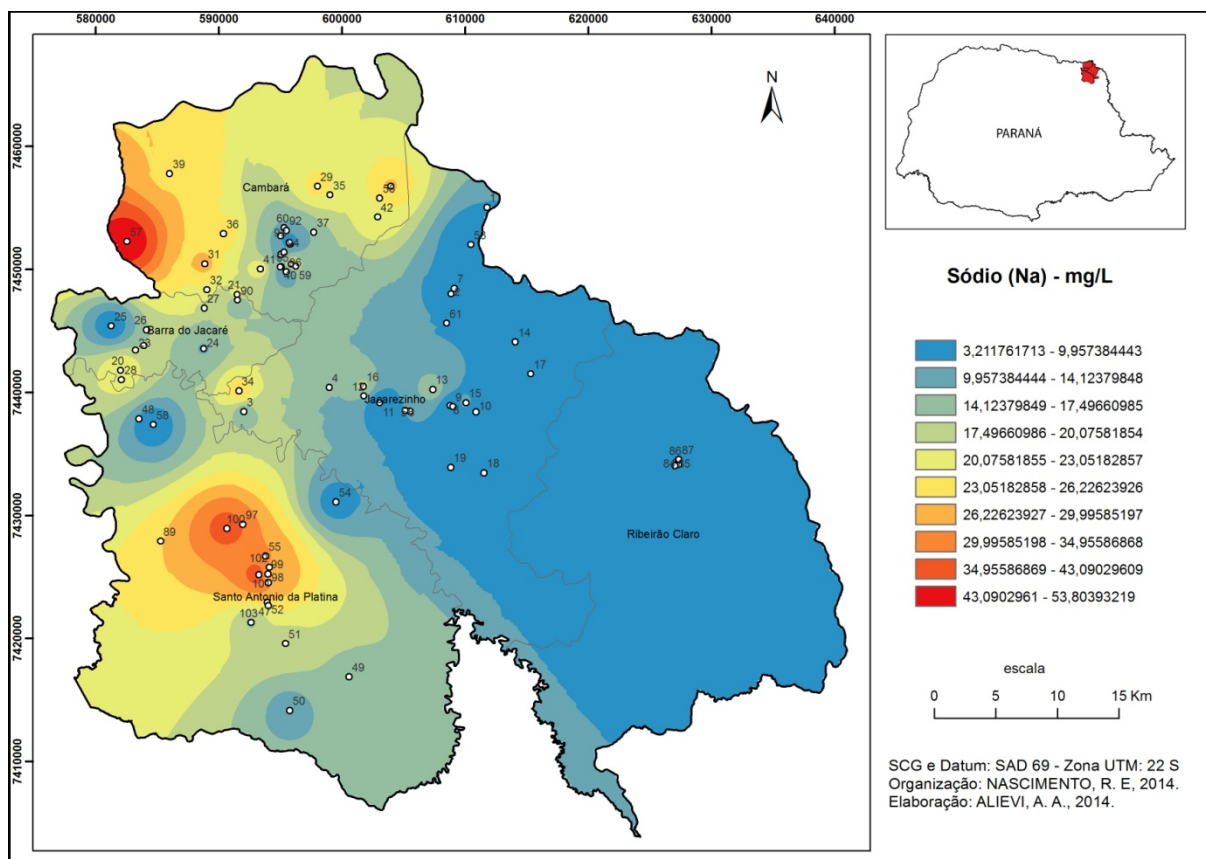
As concentrações nas águas subterrâneas frequentemente excedem 50 mg/L. Embora a concentração de sódio na água potável geralmente seja menor que 20 mg/L, esse valor pode ser excedido em alguns países, porém concentração acima de 200 mg/L pode significar à água um gosto não aceitável (CETESB, 2009).

De acordo com a Portaria do MS 2914/2011, o valor máximo permitido para as concentrações de sódio (Na) na água de consumo é 200.000 µg/L (200 mg/L). nas amostras foram registrados valores entre 3,21 e 53,97 mg/L, teores muito abaixo da VMP.

Na Figura 34 visualizam-se (2) duas zonas de concentrações acima da média em que teores excedem a faixa dos 34 mg/L por amostra. Especialmente, as mesmas se distribuem nas porções Oeste de Cambará e Central de Sto. Antônio da Platina. No município de Cambará a amostra do poço n.º 57 apresentou um teor de 53,97 mg/L (o mais elevado), enquanto que as amostras dos poços n.º 100 e 101,

em Sto. Antonio da Platina, apresentaram teores de 37,93 e 40,81 mg/L, respectivamente.

Figura 34. Distribuição espacial dos teores de Sódio (Na) na área de estudo.



Fonte: Coletas *in situ* e medição por FAAS.

No geral, verifica-se que estas anomalias e as faixas próximas de maiores concentrações estendem-se por uma região em que predomina a formação Serra Geral. Segundo Celligoi (1999), o sódio é constituinte maior nas rochas ígneas, ocorrendo principalmente em plagioclásio, principalmente a albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), sendo que "[...] as mais altas concentrações de sódio ocorrem em associação com íons Cl (cloro)" (CELLIGOI, 1999, p. 92). Especificamente, esta situação não pôde ser verificada devido a não-realização da leitura de cloro (Cl) nas amostras deste estudo.

Em se tratando do entorno próximo do poço n.º 101, pode-se especular que a proximidade com as rochas sedimentares da formação Rio do Rasto tenham alguma influência no aumento da concentração de sódio nestas

amostras, porém, estudos mais específicos são necessários para corroborar tal assertiva.

No que tange à saúde, dentre os problemas significativos oriundos do excesso de sódio (Na) na água estão: o aumento do risco de hipertensão, acidente vascular cerebral, catarata, pedra nos rins (cálculo renal), câncer de estômago, dentre outros (ALIEVI, 2012). De uma forma geral pode-se tentar associar os teores anômalos de sódio às doenças do aparelho circulatório (DAC).

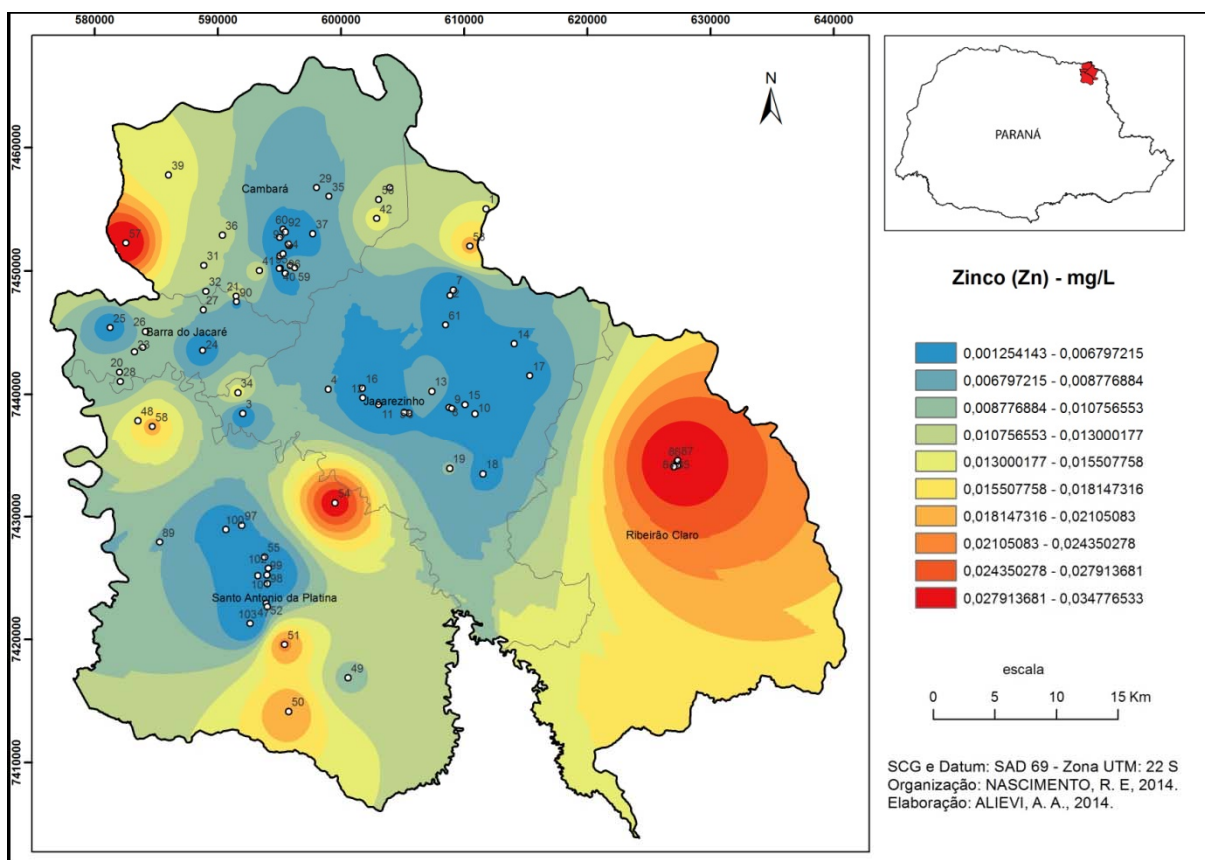
Nestes termos, analisando-se a Figura 11, acerca da distribuição da DAC na área de estudo, constata-se que os municípios de Ribeirão Claro, Jacarezinho e Cambará apresentam as taxas mais elevadas de óbitos para este grupo de causas.

Este último, Cambará, é o município que figura no segundo lugar em número de ocorrências e, para o seu caso, a anomalia positiva têm correspondência significativa com os dados de saúde. Situação está que não se verifica com a mesma intensidade no caso do município de Sto. Antônio da Platina, onde existe a anomalia positiva mas os dados de saúde não são relevantes a ponto de se traçar uma correlação tão forte quanto aquela verificada em Cambará. De qualquer forma, comprova-se que existe correlação espacial entre os teores de sódio (Na) e os óbitos por DAR (doenças do aparelho circulatório) no interior do recorte espacial.

Zinco (Zn): observando-se a Figura 35 é possível identificar 3 (três) pontos com teores médios acima dos outros para o elemento zinco (Zn) na área de estudo. As mesmas são representadas pelos poços n.º 57 (Cambará), n.º 54 (Sto. Antonio da Platina) e n.º 84, 85, 86 e 87 (Ribeirão Claro). Uma ocorrência menos relevante (para este elemento) se deu no entorno dos poços de n.º 50 e 51 (Sto. Antonio da Platina), recorrentes das análises efetuadas até o momento.

No que diz respeito à anomalia positiva encontrada em Ribeirão Claro, mais especificamente na área urbana do mesmo, é possível que o aparecimento destes teores anômalos tenha relação com alguns fatores elencados por Poleto e Castilhos (2008), que consideram como fontes deste metal em meio urbano (sedimentos de bacias urbanas): o desgaste de pneus, óleos automotivos, materiais galvanizados, fluídos hidráulicos e efluentes industriais.

Figura 35. Distribuição espacial dos teores de Zinco (Zn) na área de estudo.



Fonte: Coletas *in situ* e medição por ICP-AES.

Nas áreas de anomalia positiva localizadas nos municípios de Cambará e Sto. Antonio da Platina, verifica-se que as mesmas se constituíram em porções onde a agropecuária é a atividade majoritária. Além da agricultura em si, a pecuária também pode ter contribuído para o aumento de zinco no solo e conseqüentemente na água subterrânea, pois, “[...] A adição artificial de zinco a um solo pobre no metal aumenta muito a produção das culturas e melhora a saúde dos animais, devido à íntima relação espacial entre o solo, a forragem dos animais e os teores de zinco” (CORTECCI, 2006, p. 24).

Conforme a Portaria MS 2914/2011 considera que o valor máximo permitido para ocorrência de zinco nas águas subterrâneas seja os 5 mg/L, um valor muito acima do encontrado nas amostras da área de estudo. Enfim, a carência de zinco é problemática do ponto de vista da saúde humana, sendo que “[...] Evidências experimentais sugerem correlações entre deficiência de zinco no homem e cancro gênese, deficiência imunológica, doenças vasculares, disfunções sexuais e malformações congênitas” (CORTECCI, 2006, p. 26).

Posto desta forma, os problemas de saúde gerados pelo zinco dizem respeito mais a deficiência (carência) do mesmo do que a alta concentração deste elemento no organismo. Além disso, "[...] o zinco tem uma baixa taxa de toxicidade e um impacto severo na saúde humana em função de intoxicação por zinco é um evento relativamente raro" (PLUM; RINK; HAASE; 2010, p. 1354).

7.3 MAPEAMENTO E DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE POSSIBILIDADE DE RISCO À SAÚDE

A questão de possibilidade de risco existente nas diferentes situações analisadas anteriormente e que demonstram algumas áreas com uma propensão maior para gerar agravos à saúde da população que consome água subterrânea obtida em meio às zonas de teores acima da média da área nas análises hidrogeoquímicas. As possíveis correlações existentes entre óbitos e estas mesmas zonas exibem como resultado a configuração de áreas de possibilidade de risco à saúde pública.

Como afirmado por Castro, Peixoto e Rio (2005, p. 27), "[...] não se pode pensar em possibilidade de risco sem considerar alguém que corre risco, ou seja, a sociedade". Esta constatação baseia-se no raciocínio de que o risco pode ser vinculado a um acontecimento que pode realizar-se ou não, mas que somente se constitui quando "[...] há a valorização de algum bem, material ou imaterial, pois não há risco sem a noção de que se pode perder alguma coisa" (CASTRO, PEIXOTO e RIO, 2005, p. 27).

Considerando-se que a sociedade está exposta a estas áreas de possibilidade de risco, a necessidade de se criar ou promover instrumentos que permitam uma avaliação das situações adversas encontradas no espaço analisado têm uma importância fundamental na política pública relativa à saúde da população local.

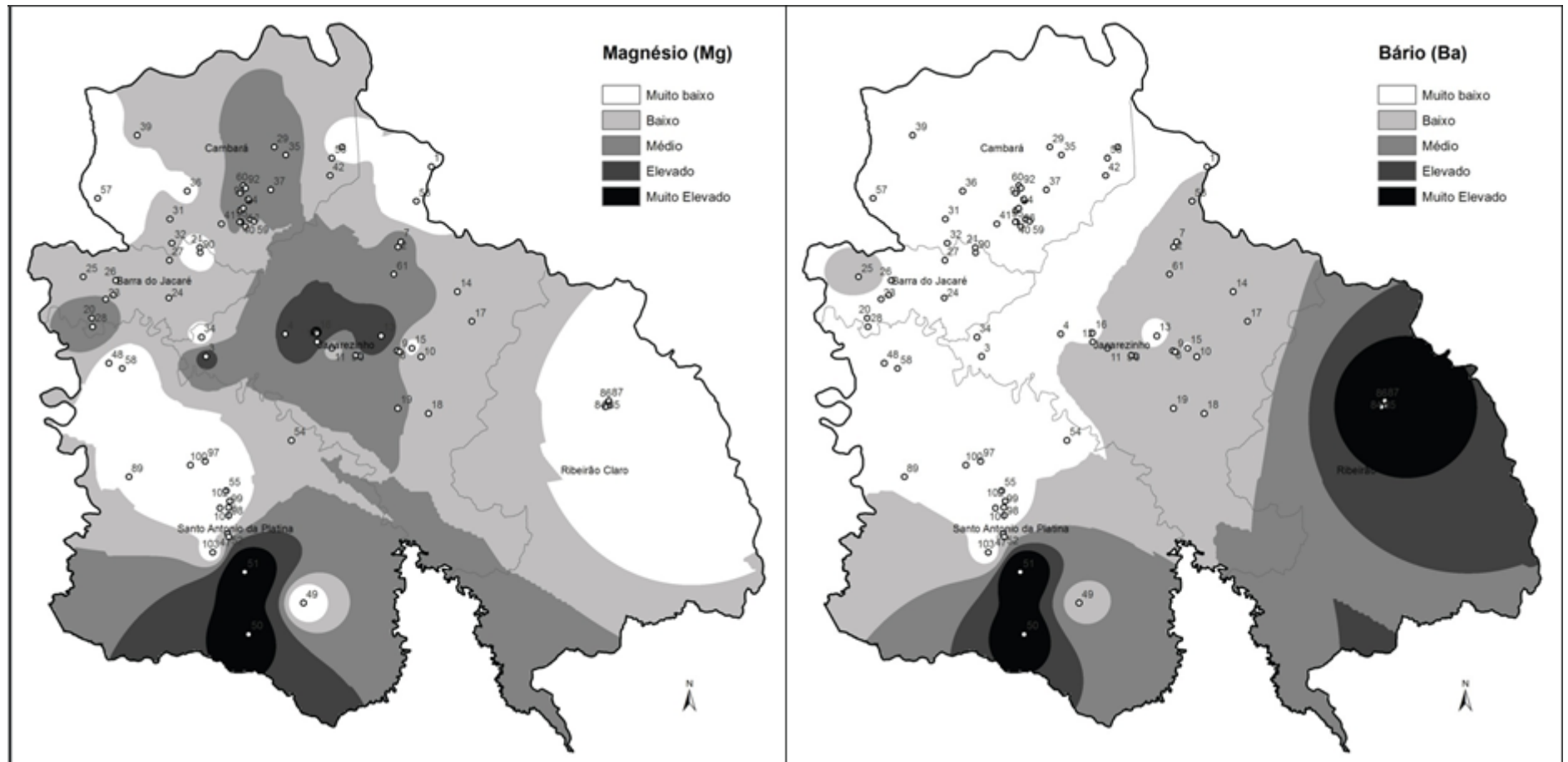
Essencialmente, estes mapas de possibilidades de risco podem ser considerados nas políticas públicas como um apoio na tomada de decisões muitas vezes ligadas às atividades da vigilância ambiental visto que os mesmos apresentam indicadores ambientais (teores anômalos) que suscitam ações de prevenção, bem como de remediação, descontaminação, recuperação ambiental e mesmo na área de risco a população venha a conviver em segurança.

Neste sentido, argumentando-se em favor da análise espacial realizada, que buscou correlacionar os casos de doenças e as concentrações de teores anômalos na água subterrânea, e que produziu também mapas de distribuição espacial das áreas de risco à saúde pública, nestes foi utilizada uma escala que se estende pelas seguintes classes de risco: muito baixo, baixo, médio, elevado, muito elevado.

Assim, seguem os mapas de risco (Figuras 36 a 41) produzidos a partir das zonas de anomalia positiva encontradas no interior da área de estudo. Cada qual destes mapas apresenta de uma maneira resumida a espacialização dos riscos atrelados aos teores acima da média dos pontos nas áreas próximas registrados nas amostras de água subterrânea do Sistema Aquífero Serra Geral.

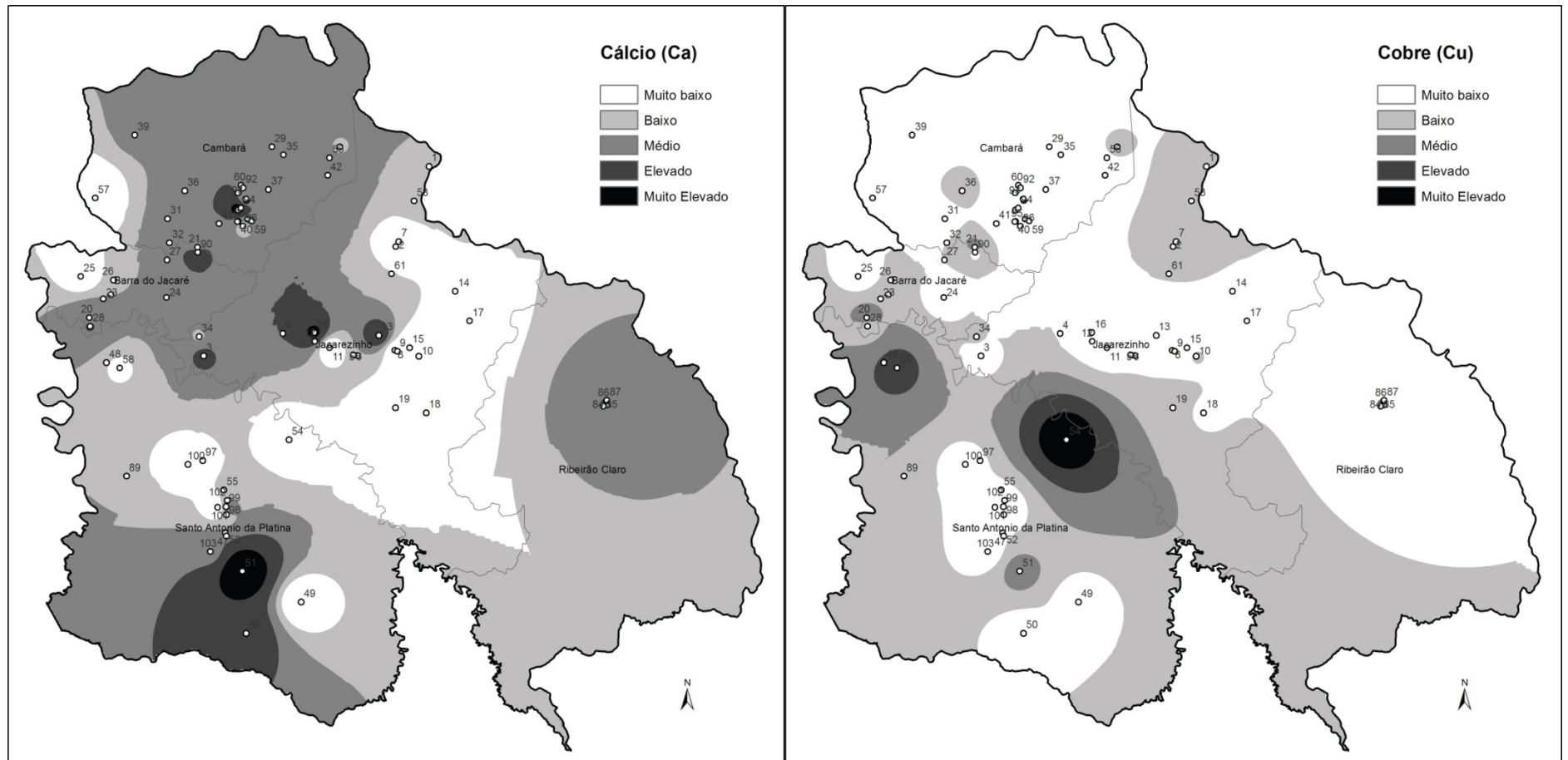
Estas ocorrências representadas na forma dos mapas permitem com que estes sejam uma ferramenta muito útil no levantamento das áreas de maior risco à saúde pública e através destas distribuições espaciais podemos observar as áreas evidenciadas pelo elemento químico e o município.

Figura 36. Distribuição espacial das áreas de risco para os elementos Magnésio (Mg) e Bário (Ba) conforme as classes de risco.



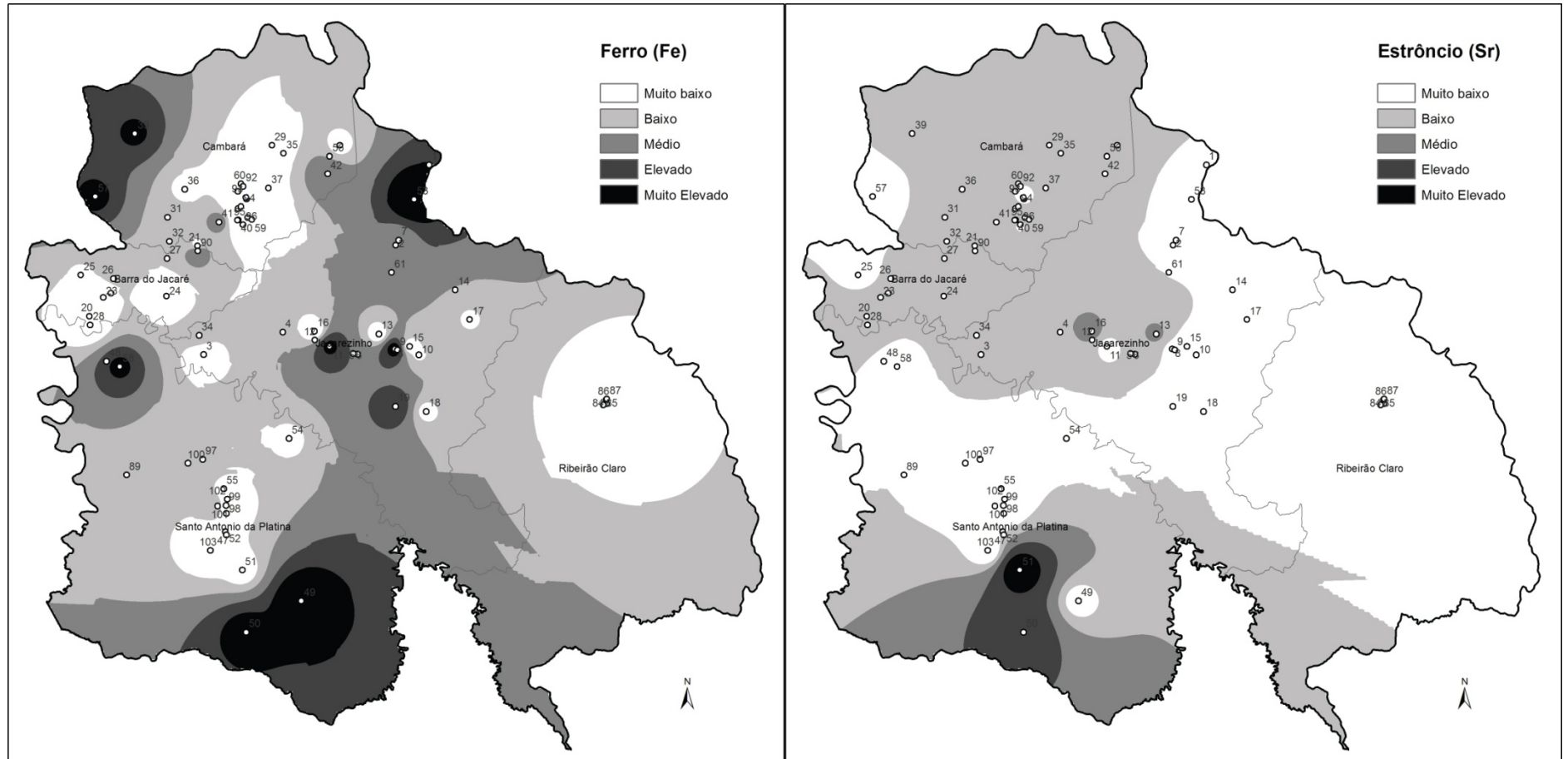
Fonte: Coletas *in situ* e medição no ICP-AES.

Figura 37. Distribuição espacial das áreas de risco para os elementos Cálcio (Ca) e Cobre (Cu) conforme as classes de risco.



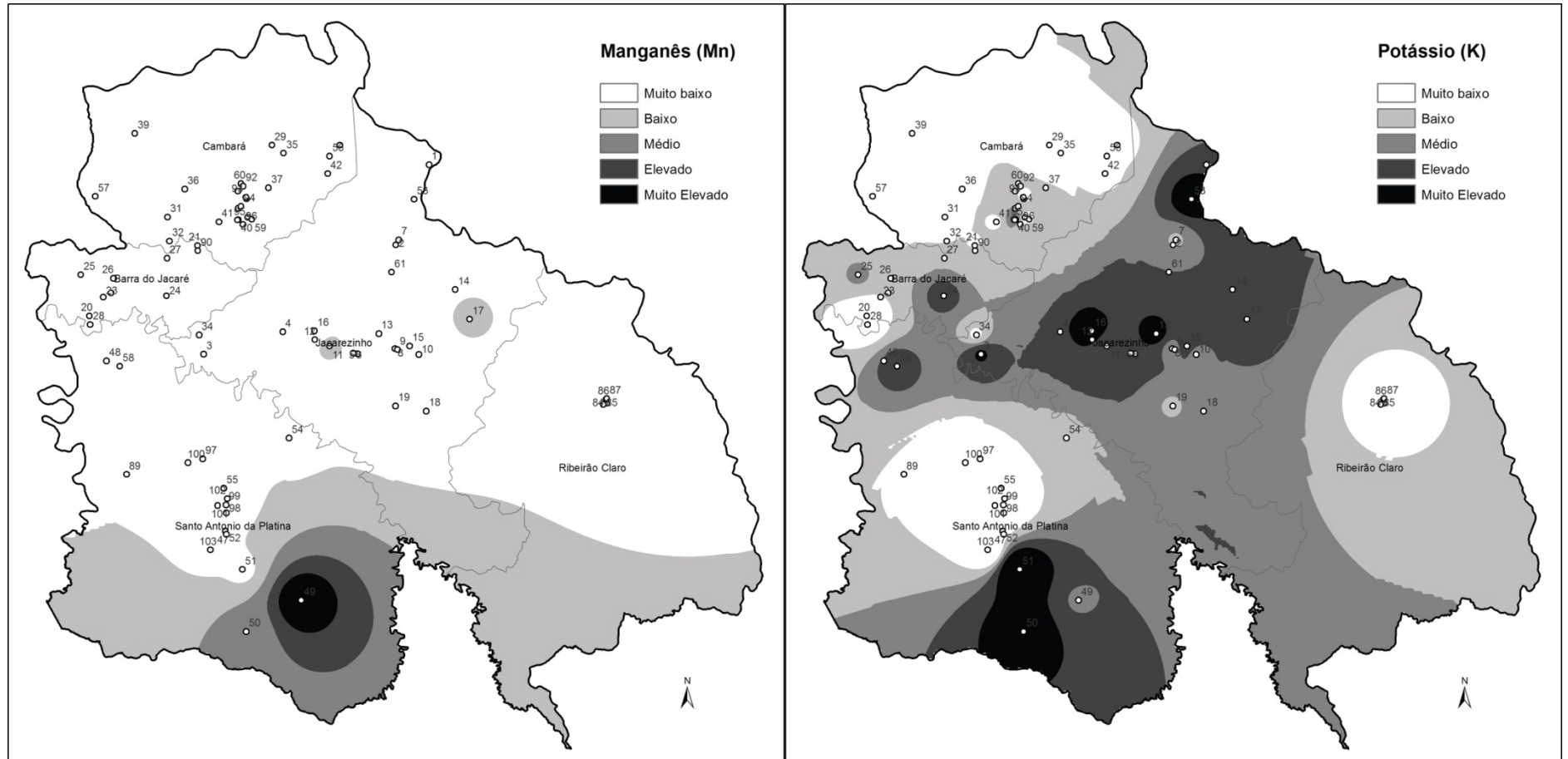
Fonte: Coletas *in situ* e medição no ICP-AES.

Figura 38. Distribuição espacial das áreas de risco para os elementos Ferro (Fe) e Estrôncio (Sr) conforme as classes de risco.



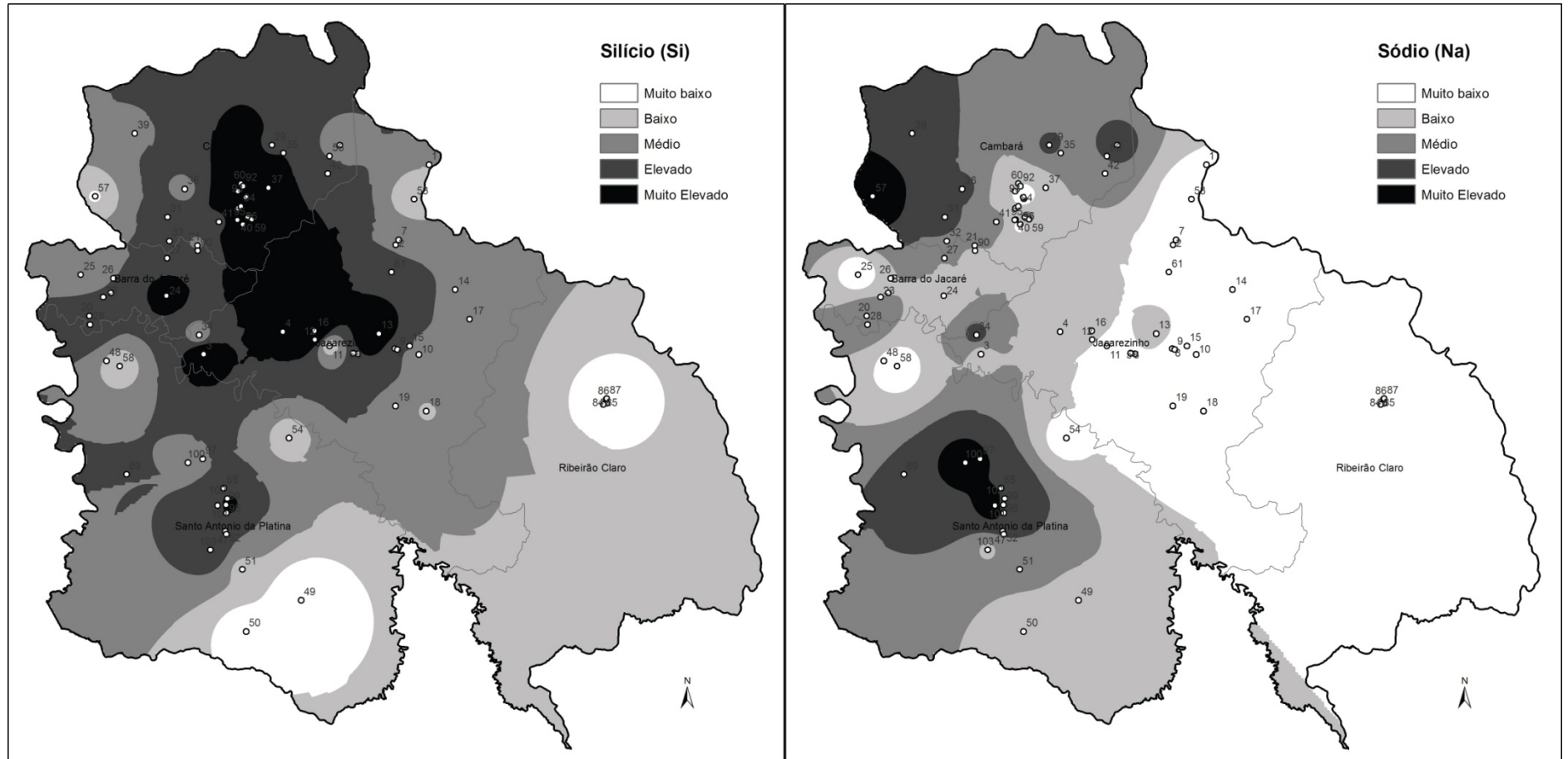
Fonte: Coletas *in situ* e medição no ICP-AES.

Figura 39. Distribuição espacial das áreas de risco para os elementos Manganês (Mn) e Potássio (K) conforme as classes de risco.



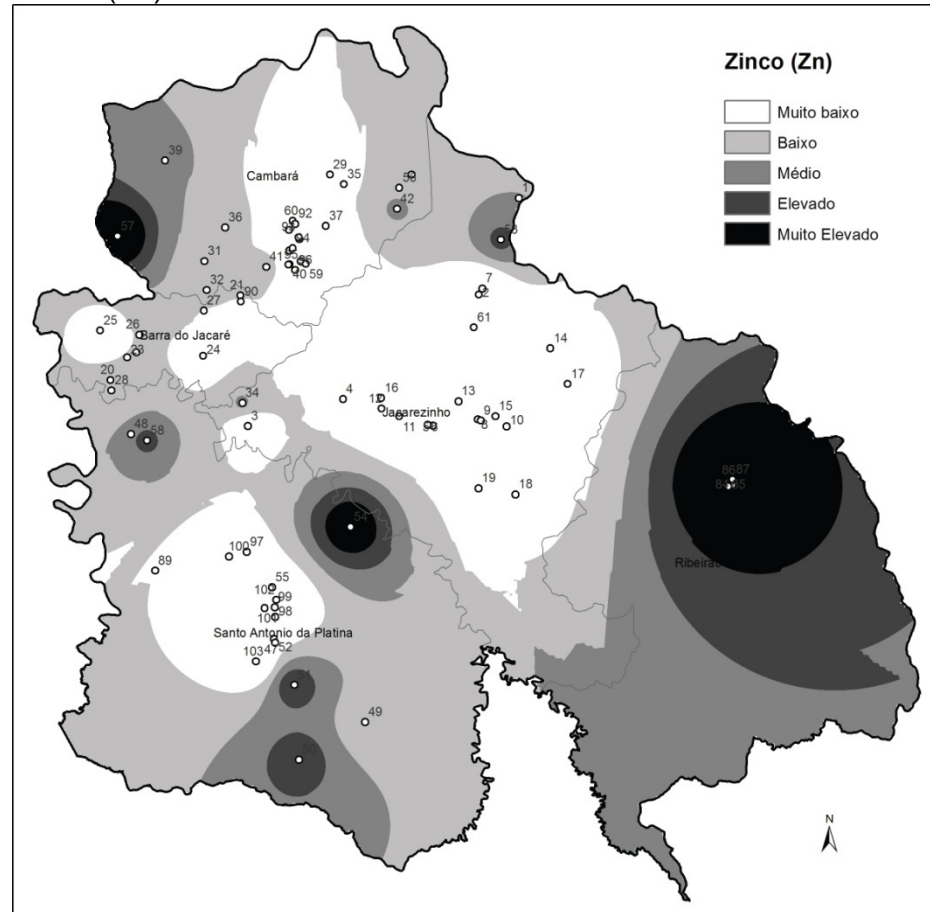
Fonte: Coletas *in situ* e medição no ICP-AES e (FAAS).

Figura 40. Distribuição espacial das áreas de risco para os elementos Silício (Si) e Sódio (Na) conforme as classes de risco.



Fonte: Coletas *in situ* e medição no ICP-AES e (FAAS).

Figura 41. Distribuição espacial das áreas de risco para o elemento Zinco (Zn) conforme as classes de risco.

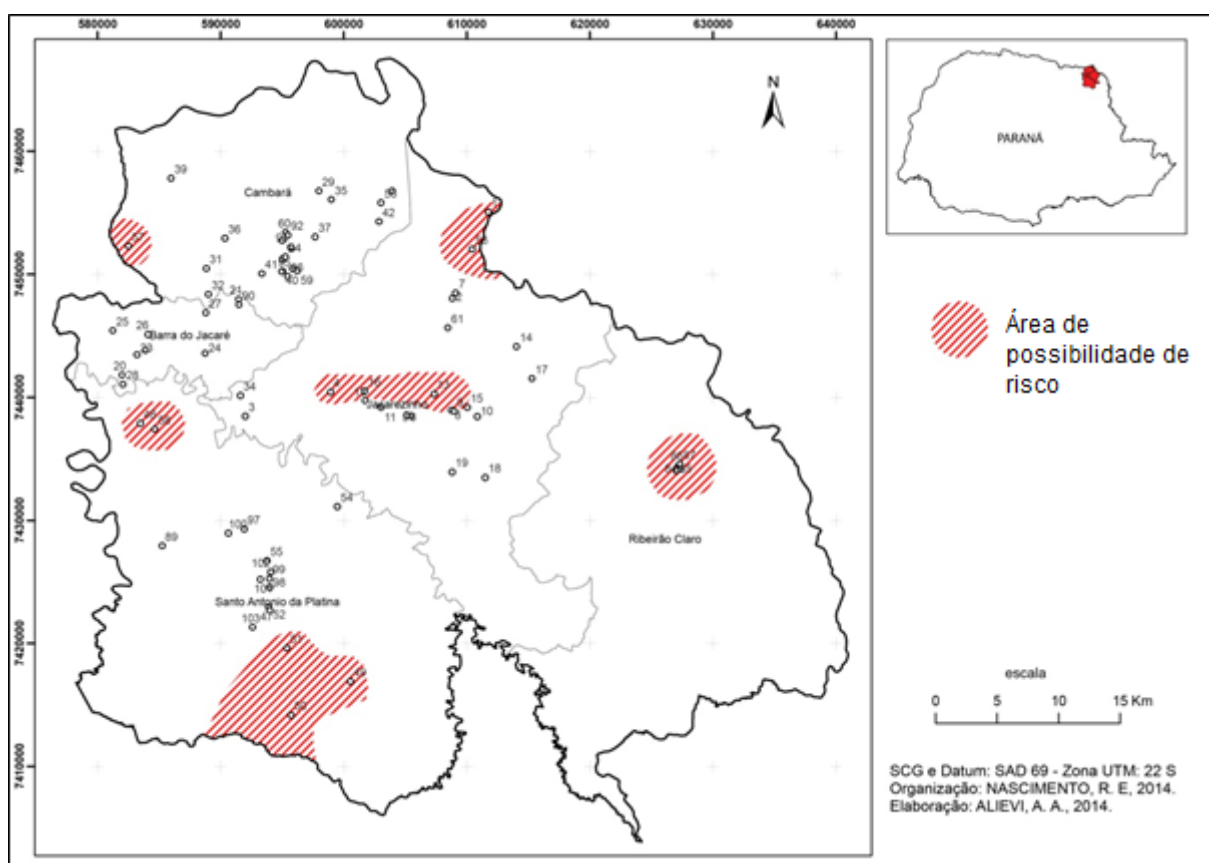


Fonte: Coletas *in situ* e medição no ICP-AES.

A interpolação destes mapas (Figuras 36 a 41) resultou em um mapa geral de distribuição de áreas de possibilidade de risco que obedece à recorrência das anomalias positivas (para todos elementos analisados) em certas porções da área de estudo.

A grosso modo a Figura 42 demonstra as áreas de possibilidade de risco em que o mesmo é recorrente e portanto mais elevado quando comparado às outras áreas de anomalia positiva. Para produzir estes mapas procurou-se interpolar as distribuições das anomalias mais significativas por meio da sobreposição dos mapas anteriores de áreas de risco juntamente com o levantamento dos poços que apresentaram os maiores teores encontrados para cada elemento em que foi possível a análise hidrogeoquímica.

Figura 42. Mapa síntese da distribuição espacial das áreas de possibilidade de risco no recorte espacial estudado.



Fonte: Coletas *in situ* e medição no ICP-AES.

Posto desta forma, em termos de recorrência espacial das leituras e distribuições dos teores na área de estudo, para cada município, verifica-se a seguintes situações:

- Cambará: muitas das ocorrências de anomalias positivas (teores acima da média) se deram junto à amostra do poço n. 57, sendo as mais preponderantes aquelas ligadas aos elementos Ferro (Fe), Sódio (Na) e Zinco (Zn).
- Barra do Jacaré: comparado aos restantes este município não registrou anomalias relevantes a ponto de se verificar áreas de risco muito elevado, no entanto, é necessária atenção junto as localidades próximas aos poços n. 24 (zona rural), onde foram registrados teores anômalos para potássio (K).
- Santo Antônio da Platina: neste município foram encontradas duas áreas bastante relevantes do ponto de vista da recorrência e constituição de áreas de risco muito elevado. Conforme as análises espaciais dos teores foram sendo processadas, os poços de n. 50 e 51 apresentavam quase sempre alguma anomalia positiva e, na maioria das vezes esta anomalia era bastante significativa. O primeiro (n. 50) localizado em uma chácara, em uma área rural (porção Sul) do município. No caso do poço n. 51, mais próximo à zona urbana, o mesmo é utilizado por uma empresa (uso industrial). Próximo destes poços existe ainda o poço n. 49 que também compõe essa área de possibilidade de risco, diferindo dos restantes por instalar-se em uma propriedade particular (rural). Considerando os poços 50 e 51, os mesmos apresentaram teores acima da média dos outros pontos para Bário (Ba), Cálcio (Ca), Estrôncio (Sr), Magnésio (Mg), Potássio (K) e Zinco (Zn); para o poço n. 49 tem-se o Ferro (Fe) e Manganês (Mn). A outra área de risco é representada pelos poços n. 48 e 58, que basicamente exibiram teores elevados de Cobre (Cu), Ferro (Fe), Potássio (K) e Zinco (Zn).
- Jacarezinho: constata-se que neste município que uma das áreas de risco perpassa, principalmente, os poços de n. 4, 13 e

16, na porção central do mesmo. Em termos de teores elevados, por elemento, verificou-se que as amostras destes 3 (três) poços formaram uma anomalia em que estão presentes o Cálcio (Ca), Ferro (Fe), Magnésio (Mg), Potássio (K) e Silício (Si). A outra área de risco muito elevado é representada pelos teores elevados de Ferro (Fe), Potássio (K) e Zinco (Zn) encontrados nas amostras do poço n. 53.

- Ribeirão Claro: diferente do que ocorreu nas outras situações onde os poços localizam-se, principalmente, em áreas rurais, no caso deste município os mesmos se concentram na zona urbana. Esta área de risco permeia toda uma locação em que foram observados teores anômalos para poucos elementos, entre os quais o Bário (Ba), Cálcio (Ca) e o Zinco (Zn). Os poços n. 84, 85, 87 e 86.

Em suma, as áreas com valores acima da média de pontos próximos apresentam como padrão de localização as zonas rurais dos municípios (exceto em Ribeirão Claro) caracterizando-se, essencialmente, pela presença de teores elevados e recorrentes dos seguintes elementos (em ordem decrescente): Ferro (Fe), Zinco (Zn), Potássio (K), Cálcio (Ca), Bário (Ba), Magnésio (Mg), Cobre (Cu), Estrôncio (Sr) Manganês (Mn), Silício (Si) e Sódio (Na).

Para todos os efeitos o mapa (Figura 42) apresentou uma síntese de todas as ocorrências anômalas mais significativas e que demandam uma maior atenção das autoridades locais quanto à vigilância sanitária e ambiental da área de risco elencadas e demonstradas no mesmo, com vistas a garantir o menor agravo possível à saúde das populações locais que se utilizam da água subterrânea explorada por meio destes poços localizados em zonas de anomalia positiva.

Como destacado em estudos acerca do mapeamento de áreas de risco, o conhecimento prévio de áreas com altos índices (de poluição, contaminação, teores químicos, etc.) pode ser uma "[...] ferramenta útil nos estudos que considerem a relação entre agentes nocivos à saúde humana e o meio ambiente" (LOURENÇO e LANDIM, 2005, p. 159).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como destacado anteriormente, a utilização da água subterrânea como fonte de abastecimento público, não somente residencial mas também nas áreas agrícolas e de criação de animais, na produção industrial, entre outros, tem promovido uma série de estudos que visam não somente compreender sua dinâmica no meio físico como também seu impacto sobre o meio social a partir do entendimento dos processos doença-ambiente que possam emergir a partir de sua utilização pela sociedade.

Com este intuito, procurou-se neste trabalho buscar os elementos que possam contribuir para o entendimento do processo dinâmico de ocorrência da água subterrânea bem como os meios pelos quais está possa apresentar algum tipo de elemento químico prejudicial à saúde das populações que venham a se utilizar deste tipo de água.

Como explicado no capítulo materiais e métodos, para que fossem tratados de forma mais adequada, com o mínimo de distorção possível, a quantidade de óbitos para cada município espacializadas nos mapas é dada em função da relação entre número de óbitos por doença por quantidade de habitantes do município (óbitos / população). Desta forma, manteve-se a proporção dos valores visto que alguns municípios detinham uma população muito maior do que outros, o que viria a direcionar as maiores quantidades de ocorrências aos mesmos, o que reduziria a questão analítica da situação.

A par destas considerações, as análises preliminares indicaram que a maior parte dos óbitos na regional dizem respeito às doenças do aparelho circulatório, perfazendo cerca de 42,15% dos casos ocorridos na 19ª RSJ, seguido das neoplasias, com 11,46% dos casos.

A grosso modo, verificou-se que a maior quantidade de óbitos, independente da doença, ocorria também nos municípios com maior quantidade aparelhagem médico-hospitalar, dado que isto poderia promover o fluxo de pessoas de municípios vizinhos para o tratamento da doença. Atenta-se que as cidades com maior quantidade de estabelecimentos de saúde sejam Jacarezinho e Sto. Antônio da Platina, que juntas concentram cerca de 67,47% dos estabelecimentos da regional.

Observando-se os mapas gerados a partir dos dados de óbitos constatou-se que a maior incidência das DAC ocorre na porção Norte/Nordeste da área de estudo em Ribeirão Claro (Figura 12). Na Figura 13 notou-se que no caso das DSN (Doenças do Sistema Nervoso) havia uma dispersão maior dos dados pelo recorte espacial, chamando a atenção para o município de Barra do Jacaré, que figurava entre os municípios com menor quantidade de óbitos por este grupo de causas.

No caso das neoplasias e DAR (Doenças do Aparelho Respiratório) foi verificado que a maior parte dos óbitos ocorrem no município de Cambará, na porção setentrional da área de estudo. Chamaram a atenção também, no caso das neoplasias, a baixa quantidade de óbitos em Santo Antônio da Platina. Segundo estudos realizados por muitos pesquisadores da área, é preciso verificar até que ponto a idade da população influencia na maior ou menor ocorrência de câncer entre a população de um determinado local, visto que a sua incidência é maior nas populações envelhecidas, onde há maior expectativa de vida (ALIEVI, PINESE, CELLIGOI, 2010).

Diferente do que ocorria até então, o município de Jacarezinho foi o que apresentou a maior ocorrência de Doenças Endócrinas Nutricionais e Metabólicas (DENM). Juntamente com Barra do Jacaré, estes municípios demonstraram as maiores quantidades de óbitos ao longo da série histórica (2000 a 2010). O município de Cambará também apresentou situação aproximada com Ribeirão Claro e Santo Antônio da Platina. Seguindo na mesma linha, Cambará e Barra do Jacaré apresentaram as menores ocorrências de óbitos por TMC (Transtornos Mentais e Comportamentais), enquanto que Jacarezinho e Santo Antônio da Platina encontra-se na situação oposta.

Proporcionalmente, o município de Jacarezinho foi o que apresentou a maior incidência de Doenças do Aparelho Digestivo (DAD), enquanto que o restante apresentou números bem menos expressivos. Existe aqui uma boa situação para se verificar o impacto do fator ambiental na condição encontrada em Jacarezinho. Também neste município foi registrada a maior incidência de óbitos por DAG (Doenças do Aparelho Geniturinário), seguido de Cambará nesta ordem. Assim como vinha se delineando, o município de Santo Antônio da Platina apresentou a menor massa de óbitos devido às DAG.

No geral, algumas áreas do recorte espacial têm chamado a atenção devido à quantidade de óbitos para cada grupo de doenças. Assim, resumidamente, verificam-se as seguintes situações que podem vir a fundamentar a correlação entre doenças na população e consumo de água subterrânea (com possível concentração anômala de metais pesados).

- O município de Cambará Figuras 12, 13, e 14, na maioria das vezes, entre os municípios com maior incidência de óbitos por determinadas doenças; DAC; DSN e DAR.
- Considerando esta perspectiva, o município de Jacarezinho (sede da 19ª regional) também consta como um dos que mais concentram casos de óbitos por variadas doenças; DAD; DAR; DSN e DAC, as possíveis correlações de Cambará e Jacarezinho podem estar nos teores encontrados acima da média dos pontos próximos para o Ferro encontrados nestes municípios, porém ainda estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação para consumo humano.
- Nas doenças ligadas à questão dos transtornos mentais e comportamentais, chama-se a atenção para o município de Ribeirão Claro;
- Há uma disparidade muito grande na espacialização relativa aos óbitos por DAD, visto que Jacarezinho apresenta valores bem mais expressivos do que os outros municípios; Onde também chama atenção para uma possível correlação com (Fe).
- Ressalta-se também a ocorrência maior no município de Jacarezinho para as DAG.
- Analisando-se a série histórica (2000 a 2010), constatou-se que na Porção Norte da 19ª RSJ, as principais causas de óbitos foram: as DAC (média de 350 óbitos por ano), Neoplasias (125) e DAR (100); os outros grupos de causa apresentam médias inferiores 100 óbitos por ano.

Conforme se verifica, algumas áreas chamam a atenção no que tange os dados de saúde levantados. Considerando estas situações, tornou-se claro averiguar de forma minuciosa o contexto geral da área de estudo, em termos de sua estrutura socioeconômica bem como ambiental, no que se refere à própria água subterrânea do Sistema Aquífero Serra Geral.

Assim para a compreensão da distribuição das morbidades e dos elementos químicos (metais pesados) presentes nas amostras no recorte espacial estudado, foi realizada análise espacial das diferentes variáveis disponíveis (dados de saúde, socioeconômicos, ambientais e hidrogeoquímicos).

Em se tratando das ocorrências acerca das anomalias positivas encontradas para todos os elementos os analisados (exceto para o cádmio, chumbo, cobalto, cromo e níquel, como explicado anteriormente) verificou-se que a distribuição está bem dispersa para vários elementos, no entanto, conforme destacado na Figura 42 (mapa de área de possibilidade de risco), é possível perceber algum padrão dado pela distribuição recorrente de algumas anomalias em algumas porções do recorte espacial.

As correlações entre os dados de saúde e os teores de elementos apresentaram algumas situações que suscitaram a constituição de áreas de risco. Cabe ressaltar que por meio destas correlações foi possível demonstrar indícios de áreas de risco em função de teores anômalos que podem promover agravos à saúde da coletividade inserida na área do recorte espacial, a Porção Setentrional da 19ª Regional de Saúde de Jacarezinho.

Corroborando com as afirmações de Alievi (2012), além de se demonstrar como um meio para a realização das análises espaciais, o mapa de distribuição dos teores configurou-se também como um produto em que são apresentadas as áreas de risco e que pode ser utilizado na gestão do meio físico, as zonas de teores maiores que a média dos outros pontos da área constituem-se em áreas de possibilidade de risco para a saúde humana. Conseqüentemente, o mapeamento dos teores nas amostras permite a identificação de áreas com teor maior que e por fim, a possibilidade de áreas de risco.

Ademais, verificou-se que a distribuição espacial destas áreas de risco estava relacionada também à pedologia local visto que as ocorrências mais relevantes ocorrem em porções do recorte espacial em que havia uma predominância de argissolos (Figura 6), em áreas em que predominam atividades

agrícolas, que podem contribuir para o aumento da concentração de metais no solo e, conseqüentemente, na contaminação dos mananciais subterrâneos. Muitas vezes, estes solos podem apresentar uma limitada fertilidade, o que demanda o uso de fertilizantes e corretivos que contêm em suas composições metais pesados sobrecarregando áreas de recarga subterrânea.

Portanto, a investigação da relação entre fatores ambientais e efeitos sobre a saúde pressupõe uma seqüência de eventos do processo de produção de doenças representada por uma acumulação de possibilidade de riscos em determinados lugares delimitáveis e identificáveis no espaço. As possibilidades de agravo à saúde em grupos sociais podem ser consequência da distribuição desigual, no espaço, de fontes de contaminação ambiental, da dispersão ou concentração de agentes de risco, da exposição da população a estes agentes e das características de suscetibilidade destes grupos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. M de; AQUINO, D. N; CRISÓSTOMO, L. de A; RODRIGUES, J. de O; LOPES; LOPES, F. B. Impacto da lixiviação de nitrato e cloreto no lençol freático sob condições de cultivo irrigado. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 1, ene./feb., 2009, p. 88-95.

ARAÚJO, P. R. Geoambientes, elementos químicos e saúde humana. In: PINESE, J. P. P. et al. (Org.). *Geografia e meio ambiente: reflexões e proposições*. Londrina: Midiograf, 2006. v. 2 . p.. 131-162.

ALIEVI, A. A. ; PINESE, J. P. P. ; CELLIGOI, A. . *O consumo de água subterrânea e as implicações para a saúde coletiva*. In: José Paulo P. Pinese; Miriam Vizintim F. Barros; Humberto T. Yamaki; Rosana S. Salvi. (Org.). *Prospecções em Geografia e Meio Ambiente*. Londrina: Humanidades, 2009, v., p. 91-110.

ALIEVI, A. A. ; PINESE, J. P. P. ; CELLIGOI, A. . A espacialização de óbitos em decorrência das neoplasias na regional de saúde de Londrina (PR) no período de 2000 a 2009. In: SIMPGEO - SIMPÓSIO PARANAENSE DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA, SIMPGEO, 5. 2 010, Curitiba. *Anais...* Curitiba: SIMPEGEO, 2010. p. 1126-1141.

ALIEVI, A. A. *O Consumo de Água subterrânea na regional de saúde de Londrina (PR) e implicações à saúde coletiva: uma discussão da geografia da saúde apoiada na hidrogeoquímica*. Dissertação (Mestrado em Geografia Dinâmica Espaço Ambiental) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Águas subterrâneas*. 2002. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 22 jan. 2014.

BARCELLOS, C.; BASTOS, F. I. Geoprocessamento ambiente e saúde: uma união possível? *Caderno de Saúde Pública*, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 389-397, 1996.

BERTOL, I; VÁSQUEZ, E. V; GONZÁLEZ, A. P; COGO, N. P; LUCIANO, R. V; FABIAN, E. L. Sedimentos transportados pela enxurrada em eventos de erosão hídrica em um nitossolo háplico. *R. BRAS. Ci. Solo*, v. 34, p.:245-252, 2010.

BROW, T. L. *Química e a ciência central*. 9. ed. São Paulo: Editora, 2005.

CARNEIRO, E. O; SANTOS, R. L. *Análise espacial aplicada na determinação de áreas de risco para algumas doenças endêmicas (calazar, dengue, diarreia)*, Feira de Santana: Sitientibus, 2003.

CASTRO, C. M; PEIXOTO, M. N. O; RIO, G. A. P. *Riscos ambientais e geografia: Conceituações, abordagens e escalas*. *Anu. Inst. Geociênc*, v. 28, n. 2, p. 11-30, 2005

CELLIGOI, A. *Considerações sobre análises químicas de águas subterrâneas*. *Geografia*, Londrina, v.8, n.1, p. 91-97, jan. / jun. 1999.

CESSE, E. A. P.; CARVALHO, E. F.; SOUZA, W. V.; LUNA, C. F. *Tendência da mortalidade por doenças do aparelho circulatório no Brasil: 1950 a 2000*. Arq. Bras. Cardiol. V. 93, n. 5, p. 490-497, 2009.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). *Províncias hidrológicas do Brasil*. 2009. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/água_sub/arquivo/provincias.zip> Acesso em: 7 dez. 2012.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL (CETEM). *Rochas e minerais industriais: usos e especificações*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Controle de qualidade da água para consumo*. CETESB, São Paulo. 1993

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Províncias hidrogeológicas do Brasil*. 2009. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/agua_sub/arquivos/provincias.zip.

CPRM. *Noções básicas de poços tubulares*. Cartilha informativa: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais ou Serviço Geológico do Brasil, 1998.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. 2008. *Resolução nº 396, de 03/04/2008*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em 20 de Outubro de 2012.

CORTECCI, G. *Geologia e saúde*. Tradução de Wilson Scarpelli. Bologna: Università degli studi di Bologna Dipartimento di Scienze della terra e Geologico-Ambientale. 2006.

COSTA, M. F. F. L.; GUERRA, H. L.; BARRETO, S. M. *Diagnóstico da Saúde da população idosa brasileira: um estado da mortalidade e das internações hospitalares públicas*. Artigo: Informe Epidemiológico do SUS. 2000: 9(1): 23-41.

Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. *Geologia do Brasil*. Brasília, 1984.

DULLEY, R. D. *Noção de natureza, ambiente, meio ambiente, recursos ambientais e recursos naturais*. Revista Agrícola. São Paulo, São Paulo 51 n. 2, p. 15-26, Jul/Dez 2004.

EMBRAPA. *Mapa simplificado de solos do Estado do Paraná: legenda autorizada*. Rio de Janeiro: Embrapa Florestas: Embrapa Solos: Laboratório de Monitoramento Ambiental: Universidade Federal do Paraná: Instituto Agrônômico do Paraná. 2012.

EPA. *United States Environmental Protection Agency. Alternative disinfectants and oxidants guidance manual*. 1999. Disponível em: www.epa.gov/ogwdw/mdbp/alternative_disinfectants_guidance.pdf

FANTON, J. C.M.; RICARDI, M. T.; ROHN, R. *Reinvestigação da conífera permiana krauselcladus (Formação Teresina, Bacia do Paraná, Brasil): Novas interpretações*

morfológicas e anatômicas. Artigo. Ver. Bras. Paleontol. 9(2):221-234, Maio/Agosto 2006. Sociedade Brasileira de Paleontologia.

FARIA, R. M.; BORTOLOZZI, A. *Espaço, Território e Saúde: Contribuições de Milton Santos para o tema da Geografia da Saúde no Brasil*. RA'E GA Espaço Geográfico em Análise. Curitiba, 17, p. 31-41, 2009. Editora UFPR.

FRANCISCO, P. M. S. B.; DONALISIO, M. R. C.; LATORRE, M. R. D. O. *Tendência da mortalidade por doenças respiratórias em idosos do Estado de São Paulo, 1980 e 1998*. Artigo Ver. Saúde Pública 2003; 37 (2): 191-6.

FRANCO, E. S. *Avaliação da influência dos coagulantes sulfato de alumínio e cloreto férrico na remoção de turbidez e cor da água bruta e sua relação com sólidos na geração de lodo em estação de tratamento de água*. Universidade Federal de Ouro Preto. 2009

FREITAS, L. P. *Contribuição do uso da terra e do manejo do solo para a recarga de aquífero*. ISSN 1517-5685. Embrapa, Comunicado Técnico. Rio de Janeiro, RJ. Dezembro de 2005.

GOMES, A.C.L; MELO. S.R; *Pilhas e efeitos nocivos*. Arq Mudi. 2006;10(3):10-5.

GREEN, J. *Effect of Temperature on pH of Alkaline Waters - Waters Containing Carbonate, Bicarbonate, and Hydroxide Alkalinity*. Ind. Eng. Chem., 1949, 41 (8), p.1795–1797, 1949.

GÜNTHER, W. M. R. *Área contaminada por disposição inadequada de resíduos industriais de galvanoplastia*. 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, p. 2655-2664. 1999.

GUIMARÃES, J. R. P. F. *Resíduos industriais na baixada santista: Classificação e riscos*. Artigo publicado pela ACPO. Mar. 2005.

HARPER, K; OLIVEIRA, A. P de; *Determinação de elementos-traço em solos e lodos de esgoto por ICP- OES*. Revista Analytica- Junho/Julho. Nº 23. P. 52-58. 2006.

HEATH, R. C. *Hidrologia básica de água subterrânea*. United States Geological Survey Water Supply Paper 2220, 1983.

HIRATA, R. C. A. *Os recursos hídricos subterrâneos e as novas exigências ambientais*. Revista IG, São Paulo, 14(1), 39 – 62, jul/dez./1993.

IBAÑEZ, H. C.; IBAÑEZ, M. V. C.; PEDRINI, O. A. B. L.; FIGUEIREDO, B. C. *Sistema de web mapping para Geologia Médica*. Dissertação. UFPR. Curitiba, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 2010. SNIS, 2007 e 2008. *Sistema Nacional de Informação sobre o saneamento básico*. Disponível em: www.snis.gov.br

PARANÁ. Instituto das Águas do Paraná. *Levantamento de poços tubulares no estado do Paraná*. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/> acesso em:03

mar. 2012. Email com relação dos poços tubulares com outorga das cidades da Regional de Saúde de Jacarezinho. Curitiba. 2012.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). *Cadernos estatísticos dos municípios paranaenses*. Curitiba: IPARDES, 2010.

JESUS, H. C.; COSTA, E. A.; MENDONÇA, A. S. F.; ZANDONADO, E. *Distribuição de metais em sedimentos do sistema estuário da ilha de Vitória*. Artigo. Rev. Quím. Nova, vol, 27, nº 3, 378-386, 2004. UFES (Universidade Federal do Espírito Santo).

LENCIONI, S. *Região e Geografia*. São Paulo: Edusp, 1999.

LICHT, O. A. B. *Prospecção Geoquímica: Princípios, técnicas e métodos*. CPRM, 1983.

LICHT, O. A. B.; PIEKARZ, O. G.; SILVA, J. F. C.; LOPES JR.; I. D. I. O. *Levantamento Geoquímico Multielementar de Baixa Densidade no Estado do Paraná*. A Terra em Revista, n. 3, p. 34-46, 1997.

LICHT, O. A. B. *A geoquímica multielementar na gestão ambiental: identificação e caracterização de províncias geoquímicas naturais, alterações antrópicas da paisagem, áreas favoráveis à prospecção mineral e regiões de risco para a saúde no estado do Paraná, Brasil*. 2001. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental). Universidade Federal do Paraná, 2001.

LIMA, J. O. G.; FRANÇA, A. M. M.; LOIOLA, H. G. *Implicações Hidroquímicas da Condutividade Elétrica e do Íon Cloreto na Qualidade das Águas Subterrâneas do Semiárido Cearense*. Rev. Virtual Quim. 2013, 6 (2), 279-292.

LLANILO, R. F.; DEL GROSSI, M. E., SANTOS, F. O.; MUNHOS, P. D.; GUIMARÃES, M. F. *Regionalização da agricultura do estado do Paraná, Brasil*. Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.1, p.120-127, jan-fev, 2006.

LOURENCETTI, C; RIBEIRO, M. L; PEREIRA, S. Y; MARCHI, M. R. R. de. *Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: Avaliação preliminar*. Quim. Nova, Vol. 30, Nº, 3, 688-694, 2007.

LOURENÇO, R. W; LANDIM, P. M. B. *Mapeamento de áreas de risco à saúde pública por meio de métodos geoestatísticos*. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro: v.21, n.1, jan./fev. 2005.

MAACK, R. *Geografia Física do Estado do Paraná*. Secretaria da Cultura e do Estado do Paraná. Curitiba/Rio de Janeiro: 2ª ed. J. Olympio/Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1981.

MACHADO, W.; STIPP, N. A. F. *Caracterização do manejo do solo na microbacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados PR*. Artigo. Geografia. Londrina- Volume 12- número 2 Jul/Dez 2003. Disponível em <http://www.geo.uel.br/revista>.

MELLO, C. R.; LIM, J. M; SILVA, A. M.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA, M. S (2003). *Krigagem e inverso do quadrado da distância para interpolação dos parâmetros da*

equação de chuvas intensas. Revista Brasileira Ciência do Solo, vol.27, n.5, p. 925-933.

MARTIN, G. B.; JÚNIOR, L. C.; BASTOS, Y. G. L.; SILVA, P. V. *Assistência hospitalar à população idosa em cidade do Sul do Brasil*. Artigo. Rev. Epidemiol. Serv. Saúde vol. 15 nº 1 Brasília mar. 2006. P.59-65.

MELFI, A. J.; PICCIRILLO, E. M.; NARDY, A. J. R. *Geological and magmatic aspects of the Parana Basin: an introduction*. In: PICCIRILLO E. M. & MELFI, A. J. (Eds.). *The Mesozoic Flood Volcanism of the Parana Basin: petrogenetic and geophysical aspects*. São Paulo: USP, 1988. p. 1-14

MENDES, T. F.; *A distribuição espacial das enfermidades no contexto da Geografia da Saúde e suas relações com a hidrogeoquímica do aquífero Serra Geral, na Regional de Saúde de Cornélio Procópio*. Dissertação de Mestrado em Geografia. Universidade Estadual de Londrina. 2012.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I. M. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MILANI, E. J.; MELO, J. H. G. de; SOUZA, A. P.; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. B. *Bacia do Paraná*. Artigo. B. Geoci. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287, maio/nov. 2007.

MINERAIS DO PARANÁ S.A – MINEROPAR. *Atlas Geoquímico do Estado do Paraná*. Curitiba, 80 p; 2001.

MINEROPAR. *Minerais do Paraná S/A. Geoquímica de solo-horizonte b: relatório final de projeto*. Curitiba: Mineropar, 2005.

MINEROPAR. *Atlas Geomorfológico do Paraná*. Curitiba: Mineropar 2006.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. *Águas subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido*. Brasília, 2007.

MOCELLIN, R. C; FERREIRA, F. J. F. *Conectividade e compartimentação dos sistemas aquíferos Serra Geral e Guarani no Sudoeste do Estado do Paraná, Brasil*. Ver. Bras. Geociênc. V. 39, nº 3. São Paulo set. 2009.

MÜLLER, N. L. *Contribuição ao Estudo do Norte do Paraná*. Geografia, Londrina, v.10, n. 1, p. 89-118, Jan/Jun. 2001.

NASCIMENTO, M., LOUREIRO, F.E.L. (2004) *Fertilizantes e sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 66 p. (Série Estudos e Documentos, 61).

PARANÁ. *Secretaria de Estado da Saúde. Código de Saúde do Paraná*. Curitiba: SESA, 2002. Disponível em: <www.sesa.pr.gov.br>. Acessado em: 22 nov. 2012.

PARANÁ. *Secretaria de Estado da Saúde. Regionais de Saúde*. 2011. Disponível em: www.sesa.pr.gov.br. Acessado em:11/12/13.

PINTO, F. G.; CURI, P. R. *Mortalidade por neoplasias no Brasil (1980/1983/1985): agrupamento dos Estados, comportamento e tendências*. Artigo. Rev. Saúde Pública, São Paulo, 25 (4):276-81, 1991.

PLUM, L. M.; RINK, L.; HAASE, H. *The essential toxin: impact of zinc on human health*. Int. J. Environ. Res. Public Health, n. 7, 1342-1365, 2010.

POLETO, C.; CASTILHO, Z.C. *Impacto por poluição difusa de sedimentos em bacias urbanas*. In: POLETO, C. (Org.) Ambiente e Sedimentos. Porto Alegre: Ed. ABRH, 2008, p. 193-227.

RESENDE, A. V. *Agricultura e qualidade da água: Contaminação da água por nitrato*. Planaltina: Embrapa Cerrados, ISSN1517-5111; n. 57 Dezembro 2002.

RODRIGUES, G. L.; MANTOVANI, L. E.; LOPES, K. *Um estudo da poeira respirável de basalto, na produção de brita, e sua influência para o sistema respiratório do trabalhador*. Anais... XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção - Florianópolis, Brasil, 2004.

ROJAS, L. I. *Geografia y salud. Entre historias, realidades y utopias*. In: Caderno Prudentino de Geografia. Associação dos geógrafos Brasileiros. Vol.1, n.1, Dezembro de 2003.

ROSA FILHO, E. F.; HINDI, E. C.; MANTOVANI, L. E.; BITTENCOURT, A. V. L. *Aqüíferos do Estado do Paraná*. Edição do Autor. Curitiba 2011.

ROSA FILHO, E. F.; HINDI, E. C.; MANTOVANI, L. E.; BITTENCOURT, A. V. L. *Estudo hidrogeológico da formação Serra Geral na região sudoeste do Estado do Paraná*. Boletim Paranaense de Geociências ISS Nº 0067-964. 2011

SANTOS, M. *A natureza e o espaço*. 4. Ed. São Paulo: Edusp, 2004.

SANTOS, M. *Por uma geografia nova: da crítica da geografia a uma geografia crítica*. São Paulo: Editora Hucitec, 1978.

SANTOS, F. O. *Geografia Médica ou Geografia da Saúde? Uma reflexão*. Caderno prudentino de saúde. Artigo. n.32, vol.1, p.41-51, jan/jun. 2010

SANTOS, S. M.; NORONHA, C. P. *Padrões espaciais de mortalidade e diferenciais sócio-econômicos na cidade do Rio de Janeiro*. Artigo Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 17 (5): 1099-1110 set-out, 2001.

SANTOS, A. C. *Noções de Hidroquímica*. In: FEITOSA, F. A. C.; FILHO, M. J. (Coord.). Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997.

PARANÁ. Secretaria da Saúde do Estado. SESA/PR. Indicadores de saúde do Estado do Paraná. Curitiba. Disponível em: www.sesa.pr.gov.br. Acesso em 19/05/2012.

SINGHAL, B. B; GUPTA, R. P. *Applied hidrogeology of fractured rocks*. Klumer Academic Publishers, Dordrecht. 400p. 1999.

SILVA, C. R.; FIGUEIREDO, B. R.; CAITANI, E. M. de; CUNHA, F. G. da. *Geologia médica do Brasil: efeito dos materiais e fatores geológicos na saúde humana, animal e meio ambiente*. Rio de Janeiro: CPRM- Serviço Geológico do Brasil, 2006.

SOARES, R. P. *Caracterização geoquímica dos solos lateríticos da área do sítio de disposição final de resíduos sólidos urbanos de Londrina. PR*. Dissertação de mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento. Universidade Estadual de Londrina. Paraná. 2006.

STRUGALE, M.; ROSTIROLLA, S. P.; MANCINI, F.; FILHO, C. V. P. *Compartimentação estrutural das formações Pirambóia e Botucatu na Região de São Jerônimo da Serra, Estado do Paraná. Artigo. Revista Brasileira de Geociências*. 34(3):303-316, setembro de 2004.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. *Decifrando a terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2003.

VIANA, M. C.; SILVEIRA, C. M.; ANDRADE, L. H. S. G. de. *Epidemiologia dos transtornos psiquiátricos na mulher*. Revista de Psiquiatria Clínica, São Paulo, v 33. 2002.

APÊNDICE A

Resultado das análises hidrogeoquímicas encontradas nas águas coletadas do SASG nos municípios da RSJ.

Coordenadas			Parâmetros Físico-químicos				Parâmetros Hidrogeoquímicos										
A	UTML/O	UTM/N-S	T °C	PH	CE uS/cm	TU NTU	Ba (mg/L)	Si (mg/L)	Cu (mg/L)	Mn (mg/L)	Sr (mg/L)	Zn (mg/L)	Fe (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)
3	592006	7438437	26,4	7,70	289	0,56	0,023	27,846	nd	nd	0,223	0,005	0,007	15,9	2,42	24,8	7,456
7	609112	7448463	25,6	7,80	337	0,28	0,070	20,693	0,008	nd	0,121	0,003	0,029	6,7	1,45	10,8	5,512
8	608773	7438920	24,6	7,65	279	0,53	0,074	20,623	Nd	nd	0,121	0,006	0,080	6,5	1,53	10,6	5,348
10	610868	7438430	26,6	7,50	269	0,33	0,088	18,418	0,006	nd	0,117	0,004	0,014	6,0	1,67	9,7	4,863
11	603049	7439150	26,1	7,70	317	0,50	0,102	16,061	nd	0,004	0,113	0,004	0,068	5,5	1,87	8,8	4,281
13	607611	7440107	24,8	7,11	352	0,70	0,026	31,367	nd	nd	0,272	0,009	0,005	17,8	2,67	30,7	9,476
15	610043	7439161	25,7	7,89	389	0,49	0,035	20,904	nd	nd	0,110	0,004	0,005	11,0	2,11	10,2	2,968
16	601743	7440482	26,8	7,40	278	0,39	0,027	31,978	nd	nd	0,280	0,006	0,004	18,3	2,67	33,0	9,909
17	615313	7441498	26,9	8,10	351	0,47	0,093	18,466	nd	0,004	0,120	0,006	0,015	6,3	2,06	12,1	4,769
18	611513	7433468	26,7	7,70	368	0,76	0,086	17,584	0,005	nd	0,115	0,006	0,012	5,7	1,68	9,6	4,585
19	608809	7433922	26,4	6,59	279	0,67	0,074	20,296	0,008	nd	0,118	0,009	0,059	6,5	1,42	10,8	5,214
20	581989	7441789	26,9	6,67	358	0,65	0,002	22,492	0,010	nd	0,213	0,009	0,007	23,2	0,81	21,8	5,279
21	591472	7447956	26,8	8,23	245	0,54	0,003	18,569	0,011	nd	0,208	0,015	0,005	23,2	0,98	18,2	3,334
24	588750	7443550	25,8	7,44	267	0,69	0,019	25,622	nd	nd	0,162	0,005	0,001	13,9	2,12	18,7	5,045
25	581250	7445400	26,6	7,61	396	0,32	0,088	18,255	nd	nd	0,117	0,005	0,015	5,5	1,60	9,8	4,815
28	582057	7441039	26,9	7,50	287	0,44	0,003	23,325	nd	nd	0,214	0,010	0,006	20,7	0,89	23,5	6,586
29	598000	7456750	26,9	7,80	279	0,59	0,003	23,416	nd	nd	0,221	0,007	0,005	24,3	0,76	22,3	6,448
30	595874	7450405	24,8	7,50	323	0,78	0,005	21,730	nd	0,001	0,212	0,013	0,011	25,1	0,90	21,4	4,835
31	588830	7450450	26,7	7,80	311	0,48	0,004	21,371	nd	0,001	0,211	0,012	0,023	27,6	0,84	19,4	4,528
33	603946	7456751	25,7	6,90	367	0,76	0,005	18,840	0,006	0,001	0,206	0,011	0,012	26,7	1,04	18,0	3,212
34	591603	7440119	26,4	6,78	397	0,73	0,005	18,451	0,006	0,001	0,207	0,014	0,024	25,8	1,05	17,7	3,059
36	590359	7452903	26,3	7,89	276	0,45	0,005	19,347	0,007	nd	0,208	0,012	0,011	26,1	0,98	18,4	3,536
39	585992	7457781	26,8	6,90	379	0,54	0,006	20,302	nd	0,001	0,209	0,014	0,066	25,7	0,98	19,7	4,051
40	595028	7450227	25,7	7,50	357	0,43	0,021	27,078	nd	nd	0,197	0,004	nd	14,5	2,31	21,4	6,239
41	593344	7450034	25,4	7,35	297	0,49	0,006	21,465	0,005	0,002	0,206	0,014	0,001	23,0	1,03	22,1	4,932
42	602880	7454250	25,7	7,35	364	0,82	0,006	21,628	nd	0,002	0,210	0,014	0,042	22,7	1,08	21,9	4,944
43	577528	7409527	26,4	7,70	296	0,69	0,382	17,303	0,008	nd	0,870	0,030	0,008	19,6	4,30	44,1	17,968
44	577011	7408615	26,3	7,60	356	0,45	0,048	20,508	nd	0,063	0,195	0,008	0,111	48,8	1,86	15,6	3,103
49	600555	7416894	25,6	7,61	314	0,32	0,072	09,606	nd	0,040	0,086	0,010	0,095	16,5	1,76	7,1	2,365
50	595621	7415241	26,4	8,10	304	0,38	0,285	12,720	nd	0,011	0,582	0,021	0,076	11,9	3,00	29,2	12,267
51	595404	7419585	25,7	7,24	289	0,44	0,407	17,279	0,010	0,001	0,896	0,022	0,008	18,7	3,76	44,9	17,694
53	610453	7452003	26,8	7,20	289	0,54	0,050	15,361	0,008	nd	0,051	0,019	0,097	3,2	2,78	15,8	0,857
54	599491	7431098	26,3	6,98	322	0,56	0,032	16,289	0,032	0,010	0,078	0,031	0,014	7,4	1,43	9,0	4,603
57	582500	7452250	25,8	7,07	244	0,89	0,005	15,069	nd	nd	0,005	0,032	0,070	53,9	0,48	1,9	0,090
58	584671	7437381	26,1	8,43	287	0,45	0,041	15,634	0,017	nd	0,059	0,019	0,068	4,8	2,22	13,1	2,229
86	627290	7434500	24,8	7,45	398	0,43	0,282	14,423	nd	0,010	0,085	0,034	0,005	8,2	0,92	22,6	2,737
87	627352	7434555	25,9	7,34	358	0,68	0,289	14,029	nd	0,010	0,089	0,029	0,003	8,4	1,01	22,6	2,734
88	595034	7451223	24,8	6,90	279	0,48	0,004	25,859	nd	nd	0,171	0,003	nd	11,9	1,54	40,1	5,477

90	591499	7447498	25,3	8,10	278	0,84	0,006	23,418	nd	nd	0,177	0,004	0,048	13,5	1,48	28,4	3,568
93	595713	7452188	25,6	7,29	298	0,73	0,002	29,817	nd	nd	0,112	0,002	0,010	6,7	1,07	17,4	6,177
96	595451	7449795	24,9	7,50	256	0,65	0,002	31,165	nd	nd	0,108	0,003	0,013	6,1	1,08	11,0	4,402
99	593979	7425256	24,9	8,36	345	0,65	0,012	25,433	nd	nd	0,056	0,001	nd	25,4	0,79	21,7	4,760
100	590643	7428944	26,1	7,89	356	0,39	nd	19,868	nd	nd	0,018	0,005	0,018	37,9	0,36	9,3	0,530
101	593250	7425200	25,7	7,96	364	0,67	0,001	20,298	nd	0,002	0,017	0,006	0,026	40,8	0,36	7,8	0,245
103	592600	7421300	25,7	7,67	324	0,64	0,005	23,559	nd	nd	0,031	0,003	0,004	17,1	0,44	21,1	3,168

A- Amostras; T- Temperatura; PH- Potencial de Hidrogênio; CE- Condutividade Elétrica; TU- Turbidez;

nd – não detectado.

Org: NASCIMENTO, R. E. 2014. Fonte: Coletas *in situ* e posterior análise no FAAS e ICP-AES (Laboratório de Geoquímica da UNESP/Rio Claro - SP), 2014.